

**PENGARUH PENGELOLAAN TANAMAN PENAUUNG TERHADAP
CADANGAN KARBON DAN PRODUKTIVITAS TANAMAN KAKAO
(*Theobroma cacao* L.) DALAM SISTEM AGROFORESTRI**

Oleh

PUTRI FARENDA RIZKY



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

MALANG

2018

RINGKASAN

Putri Farenda Rizky. 135040201111204. Pengaruh Pengelolaan Tanaman Penaung Terhadap Cadangan Karbon dan Produktivitas Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) Dalam Sistem Agroforestri. Dibawah bimbingan Cahyo Prayogo.

Tanaman kakao merupakan tanaman yang membutuhkan penaung untuk pertumbuhan atau disebut *shade loving tree* (Sugito, 2009). Tanaman penaung berfungsi untuk melindungi tanaman kakao dari cahaya matahari penuh. Pada kakao muda, dibutuhkan intensitas cahaya matahari sekitar 25-60%, sedangkan pada kakao dewasa dibutuhkan intensitas cahaya matahari sebesar 50-70%. Penelitian ini dilakukan dengan sistem agroforestri pada 3 jenis tanaman penaung yang berbeda. Sistem agroforestri mampu menyimpan cadangan karbon lebih tinggi dibandingkan dengan sistem penggunaan lahan yang lainnya, sehingga sistem agroforestri digunakan untuk mengetahui nilai cadangan karbon yang signifikan pada masing-masing penaung. Penelitian ini juga dilakukan untuk mengetahui perbedaan produktivitas tanaman kakao pada masing-masing penaung.

Penelitian ini dilaksanakan di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia (PUSLITKOKA) Jember. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) untuk mengestimasi jumlah populasi tanaman, basal area dan nilai cadangan karbon pada lahan kakao (*Theobroma cacao* L.) pada tiga lahan dengan jenis tanaman naungan yang berbeda, yaitu tanaman lamtoro (*Leucaena leucephala*), jati emas (*Tectona grandis*) dan krete (*Cassia surattensis*). Pengambilan dan pengolahan data dilakukan pada bulan Oktober 2016 sampai bulan November 2017. Data yang diambil di lapangan berupa data taksasi tanaman kakao (panjang dan jumlah buah kecil, buah sedang dan buah besar), diameter setinggi dada (DBH) pada masing-masing tanaman naungan di setiap lahan untuk mengukur basal area, sampel seresah yang diambil dengan menggunakan frame untuk pengukuran biomassa tanaman, sampel tanah untuk pengukuran C-organik pada kedalaman 0-10 cm dan 10-20 cm, pengambilan sampel tanah pada masing-masing lahan dengan menggunakan ring sampel untuk pengukuran BI tanah dan data berat buah, berat biji basah dan jumlah biji kakao pada hasil panen pada setiap lahan. Penelitian ini juga dikaitkan dengan perbedaan hasil panen pada masing-masing lahan untuk mengetahui kualitas dari buah kakao. Penelitian ini menggunakan aplikasi Genstat 18.1 dan dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf 5%. Berbagai parameter kemudian dihubungkan dengan uji korelasi dan regresi untuk mengetahui keeratan hubungan pada setiap parameter.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai cadangan karbon tertinggi terdapat pada tanaman penaung jati yaitu sebesar 31,27 ton.ha⁻¹ dan produktivitas kakao tertinggi terdapat pada sistem tanam kakao dengan tanaman penaung lamtoro dengan *bean count* sebanyak 72 biji dan *pod value* sebanyak 17 buah.

SUMMARY

Putri Farenda Rizky. 135040201111204. Effect of Shade Plant Management on Carbon Stocks and Cocoa Plant Productivity (*Theobroma cacao* L.) In Agroforestry System. Supervised by Cahyo Prayogo.

The cocoa plant is a plant that needs a shade for growth or called shade loving tree (Sugito, 2009). Shade plants serves to protect the crops of cocoa from full sun light. On young cocoa, it takes the Sun's light intensity about 25-60%, whereas in mature cocoa required 50-70% sun light intensity. This research was conducted with agroforestri system on 3 different types of shade plants. Agroforestry system capable of storing carbon reserves are higher compared to other land use system, so agroforestry system is used to find out the value of a significant carbon reserve on each shade. This research was also done to know differences of cocoa crop productivity at each patron.

The research was conducted at the Indonesian Coffee and Cocoa Research Institute (ICCRI) Jember. This research was performed using Random Design Group (RAK) to estimate the number of plants population, basal area and the value of carbon stocks on the land of cocoa (*Theobroma cacao* L.) at three land with different types of shade plants, i.e. plant lamtoro (*Leucaena leucephala*), gold teak (*Tectona grandis*) and krete (*Cassia surattensis*). Retrieval and data processing conducted from October 2016 until November of 2017. There are various data that has taken in the field observation such as estimation data of cocoa plant (length of fruit, small fruit, medium fruit and large fruit), diameter at breast height (DBH) in every shade of plants for measuring basal area, litter samples which taken by using the frame for the measurement of biomass crops, soil samples for measurement of C-organic at a depth of 0-10 cm and 10-20 cm, soil sampling by using ring samples for measurement of BI and weight of fruits, wet weight of cocoa beans and amount of cocoa beans at harvest on any land. This research associated with differences in yields on each land to determine the quality of cocoa fruits.

This research uses the application of Genstat 18.1 and continued with Duncan at 5% level. Various parameters are then connected with the correlation and regression test to determine strong relationship on each parameter. The results show that the highest of carbon stocks contained on the shade plants of gold teak (*Tectona grandis*) amount of 31,27 ton.ha⁻¹ and the highest productivity of cocoa is contained on the land of cocoa plant with the shade plants of lamtoro (*Leucaena leucocephala*).

IDENTITAS PENGUJI

1. Nama Lengkap : Prof. Dr. Ir. Sugeng Prijono, SU.
NIP : 195802141985031003
NIDN : 0014025805
Kode : SPJ
Pangkat/Golongan : Pembina Tk.I/IV/b
Jabatan Fungsional : Guru Besar
Status Pegawai : Aktif
2. Nama Lengkap : Cahyo Prayogo, SP., MP., PhD.
NIP : 197301031998021002
NIDN : 0003017306
Kode : CPG
Pangkat/Golongan : Pembina/IV/a
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
Status Pegawai : Aktif
3. Nama Lengkap : Dr. Ir. Retno Suntari, MS.
NIP : 195805031983032002
NIDN : 0003055806
Kode : RTS
Pangkat/Golongan : Pembina/IV/a
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
Status Pegawai : Aktif
4. Nama Lengkap : Nova Kusumarini, SP., MP.
NIP : 198911082015042001
NIDN : 0008118901
Kode : NKR
Pangkat/Golongan : Penata Muda Tk.I/III/b
Jabatan Fungsional : Tenaga Pengajar
Status Pegawai : Aktif

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Prof.Dr.Ir.Sugeng Prijono, SU.
NIP. 19580214 198503 1 003

Cahyo Prayogo, SP., MP., PhD.
NIP. 19730103 199802 1 002

Penguji III

Penguji IV

Dr.Ir.Retno Suntari, SU.
NIP. 19580503 198303 2 002

Novalia Kusumarini, SP., MP.
NIP. 19891108 201504 2 001

Tanggal lulus :

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Pengaruh Pengelolaan Tanaman Penaung Terhadap
Cadangan Karbon dan Produktivitas Tanaman Kakao
(*Theobroma cacao* L.) Dalam Sistem Agroforestri

Nama Mahasiswa : Putri Farenda Rizky

NIM : 135040201111204

Jurusan : Tanah

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui
Pembimbing Utama,

Cahyo Prayogo, SP.,MP.,PhD
NIP. 19730103 199802 1 002

Diketahui,
Ketua Jurusan Tanah

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU
NIP. 19540501 198103 1 006

Tanggal Persetujuan :

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis limpahkan kepada kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Pengelolaan Tanaman Penaung Terhadap Cadangan Karbon dan Produktivitas Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) Dalam Sistem Agroforestri”

Terselesaikannya proposal ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Allah SWT, Tuhan semesta alam atas berkah dan rahmatnya dalam menuntun penyusunan skripsi ini
2. Kedua orang tua penulis (M. Jakfar Sodik dan Endang Istibsyaroh) yang senantiasa memberikan motivasi yang membangun, doa, memberikan dukungan moral dalam setiap kegiatan yang penulis lakukan guna mendukung proses penyusunan skripsi ini
3. Adik-adik penulis (Qorny, Rara dan Rayhan) yang selalu mendukung penulis selama proses penyusunan skripsi ini
4. Cahyo Prayogo, SP., MP., Ph.D selaku Dosen Pembimbing yang selalu sabar dan penuh ketekunan membimbing dalam pelaksanaan penelitian ini dari awal hingga terselesaikannya skripsi ini
5. Dr. Ir. Soetanto Abdoellah, SU selaku Pembimbing Lapang yang selalu memberikan arahan serta motivasi selama proses pengerjaan skripsi
6. Seluruh rekan PUSLITKOKA yang telah memberikan banyak sekali ilmu dan pengalaman yang membantu dalam skripsi ini
7. Alan Rachmandani dan Ina Pratiwi atas dukungan penuh selama proses pengerjaan skripsi ini
8. Syawal, Naumi, Della, Neny, Annisa, Mas Rizky, Tria, Juna, Tommy yang telah banyak membantu penyelesaian skripsi ini
9. Rekan MSDL 2013 atas kritik dan saran yang membangun selama proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi
10. Adik-adik MSDL 2014 (Dita, Silvi, Halyta, Lili, Galan dan Putra) yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi teman mahasiswa, instansi pemerintahan, pihak-pihak di lokasi penulis melaksanakan penelitian, masyarakat umum, dan berbagai pihak yang lain serta khususnya bagi penulis.

Malang, Juni 2018

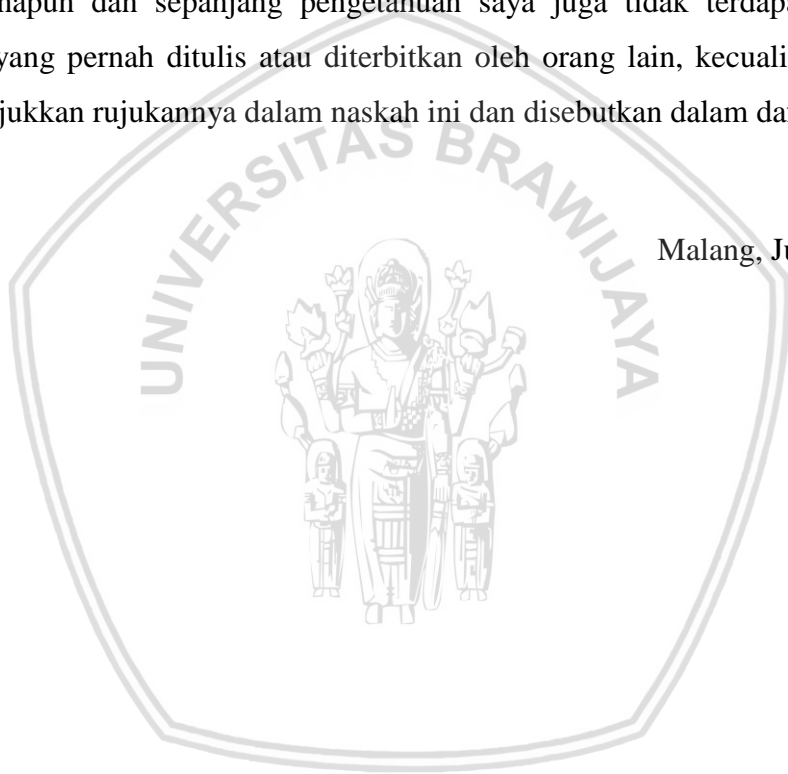
Penulis



PERNYATAAN

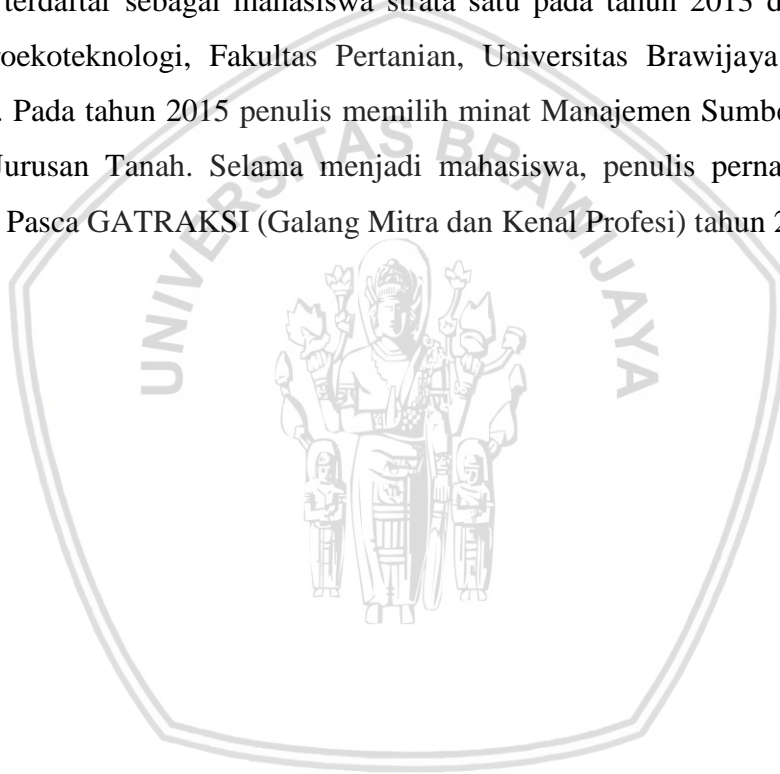
Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi yang berjudul **“Pengaruh Pengelolaan Tanaman Penaung Terhadap Cadangan Karbon dan Produktivitas Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) Dalam Sistem Agroforestri”** merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Juni 2018



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Probolinggo, 06 Maret 1995 sebagai anak pertama dari 4 bersaudara dari Bapak H. M. Jakfar Sodiq dan Ibu Hj. Endang Istibsyaroh. Penulis menempuh pendidikan dasar di SD Taruna Dra. Zulaeha pada tahun 2001 hingga 2007 dan melanjutkan pendidikan di SMP Taruna Dra. Zulaeha pada tahun 2007 hingga 2010 dan di SMA Taruna Dra. Zulaeha pada tahun 2010 hingga 2013. Penulis kemudian terdaftar sebagai mahasiswa strata satu pada tahun 2013 dalam Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya melalui jalur SNMPTN. Pada tahun 2015 penulis memilih minat Manajemen Sumber Daya Lahan (MSDL) Jurusan Tanah. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah aktif dalam kepanitian Pasca GATRAKSI (Galang Mitra dan Kenal Profesi) tahun 2015.





Skripsi ini saya persembahkan untuk

Kedua orang tua, adik-adik serta keluarga

Terima kasih, *I Love You*

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Hipotesis	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Kakao	3
2.2. Tanaman Penaung	5
2.3. Biomassa Tanaman	11
2.4. Cadangan Karbon	12
2.5. Karbon Tanah	14
2.6. Basal Area	16
2.7. <i>Bean Count</i> dan <i>Pod Value</i>	17
III. METODE PENELITIAN	18
3.1. Tempat dan Waktu Pelaksanaan Penelitian	18
3.2. Kondisi Lahan	19
3.3. Alat dan Bahan Penelitian	22
3.4. Rancangan Penelitian	23
3.5. Variabel Pengamatan	23
3.6. Tahapan Penelitian	24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1. Berat Isi Tanah dan C-organik	31
4.2. Biomassa, Karbon dan Basal Area	33
4.3. Serasah	35
4.4. Taksasi Buah	36
4.5. Hasil Panen	37
4.6. <i>Bean Count</i> dan <i>Pod Value</i>	39
4.7. Hubungan Berbagai Parameter Pengamatan	41
V. KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1. Kesimpulan	46
5.2. Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	51

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kakao (*Theobroma cacao* L) merupakan salah satu komoditas andalan nasional dan berperan penting bagi perekonomian Indonesia, terutama dalam penyediaan lapangan kerja, sumber pendapatan petani dan sumber devisa bagi negara di samping mendorong berkembangnya agrobisnis kakao dan agroindustri (PPKKI, 2004). Tanaman kakao adalah tanaman yang membutuhkan naungan untuk pertumbuhan atau sering disebut *shade loving tree* (Sugito, 2009). Meskipun tanaman kakao adalah tanaman yang membutuhkan naungan, tanaman kakao tetap membutuhkan intensitas cahaya tertentu untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Tanaman kakao muda membutuhkan intensitas cahaya sekitar 25–60% dari intensitas cahaya penuh untuk pertumbuhan yang terbaik. Intensitas 50–70% dilaporkan memberikan produksi tertinggi untuk kakao dewasa (Prawoto, 2012). Kakao merupakan tanaman yang ditanam di bawah tanaman naungan dan bisa ditanam di bawah kanopi hutan gundul, hutan regenerasi alami atau kanopi pohon (Frimpong, 2002).

Sistem agroforestri berbasis kakao digunakan karena sistem agroforestri menyimpan cadangan karbon lebih tinggi daripada sistem tanam lainnya (Montagnini dan Nair, 2004). Konversi lahan pertanian menjadi lahan agroforestri kakao bisa menjadi strategi manajemen dengan menyimpan cadangan karbon dalam jumlah yang tinggi untuk memaksimalkan manfaat lahan. Di Amerika Pusat, 24.000 ha kakao tumbuh pada skala kecil (0,25 - 3,0 ha) hanya menghasilkan 250 kg kakao kering ha⁻¹y⁻¹. Sistem agroforestri kakao di Amerika kaya akan spesies tanaman dan kompleksitas yang struktural, produk untuk dikonsumsi sendiri dan terlindungi oleh tanah yang subur dan memiliki jumlah bahan organik yang banyak, perkebunan kakao memiliki banyak manfaat terutama untuk adaptasi dalam perubahan iklim (Smit dan Skinner, 2002).

Intensifikasi kakao di daerah tropis secara bertahap menggusur ketersediaan tanaman selain kakao yang mendapat cahaya matahari penuh atau sistem monokultur pada kakao (Mohammed, 2015). Perolehan data produksi kakao di Cameroon, Ghana

dan Nigeria menunjukkan bahwa 8,1, 27,9, 28.1 dan 3% perkebunan kakao tidak menggunakan tanaman naungan (Gockowski *et al*, 2011). Praktik ini menyebabkan penipisan biomassa pohon hutan asli yang sangat besar. Oleh karena itu, ekspansi kakao selama ini telah terlibat dan diperkirakan menjadi peran utama dalam penggundulan hutan dan degradasi sekitar 80% lokasi hutan alam di Ghana (Mohammed, 2015).

Menurut hasil penelitian (Regazzoni *et al*, 2015) sebelumnya, percobaan yang dilakukan dengan menggunakan rancangan tersarang (*nested design*) dengan jenis tanaman penaung sebagai petak utama, yaitu jati (*Tectona grandis*), krete (*Cassia surattensis*) dan lamtoro (*Leucaena leucephala*) serta klon kakao sebagai anak petak, yaitu klon Sulawesi 01, Sulawesi 02, KKM 22 dan KW 165 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kondisi lingkungan pada tiga lokasi penaung. Penggunaan jenis tanaman penaung serta klon kakao yang berbeda akan memberikan pengaruh pada parameter indeks luas daun dan kerapatan stomata sedangkan kadar klorofil daun, kadar nitrogen daun, dan luas daun spesifik hanya dipengaruhi oleh jenis tanaman penaung.

Berdasarkan latar belakang diatas, penelitian ini dilakukan untuk menilai jumlah populasi, basal area serta kerapatan tanaman kakao pada tingkat penyerapan cadangan karbon pada pertumbuhan dan produktivitas tanaman kakao.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui jumlah populasi, basal area dan nilai cadangan karbon pada berbagai tanaman penaung dan kakao sebagai tanaman utama.
2. Mengetahui perbedaan hasil produktivitas kakao pada masing-masing tanaman penaung.

1.3. Hipotesis

Semakin tinggi populasi tanaman, basal area, nilai cadangan karbon tanah serta biomassa tanaman penaung akan meningkatkan produktivitas tanaman kakao.

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai informasi mengenai kualitas pengaruh tanaman penayang terhadap nilai jumlah populasi tanaman, cadangan karbon, C-organik tanah serta Berat Isi (BI) tanah dan produktivitas tanaman kakao.



I. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kakao

2.1.1. Karakteristik Kakao

Tanaman kakao merupakan pohon berukuran sedang, tingginya mencapai 20-30 kaki (4-8 m). Tanaman kakao memproduksi 3-5 cabang pada setiap pohonnya. Daunnya sederhana dengan panjang 4-8 inci (10-20 cm), berwarna terang sampai hijau tua dan memiliki tekstur yang lembut dan lentur. Daun baru yang tumbuh akan memiliki warna daun berwarna merah terang atau *pink*. Cabang dan batang tanaman kakao akan menghasilkan bunga berwarna putih, masing-masing terdapat 3-5 bunga. Buah kakao berukuran 5-10 inci (13-26 cm) dan berdiameter 2-3 inci (5-7,6 cm). Buah ini memiliki kulit keras yang bisa halus atau bergerigi, memanjang atau bulat, merah, kuning atau *orange*, dan mengandung antara 20-50 biji setiap buahnya, dikelilingi oleh pulp berwarna *cream*, asam manis dan aromatik (Brunner, 2007).

Habitat asli tanaman kakao adalah hutan tropis dengan kanopi pohon yang tinggi, curah hujan dan kelembaban yang tinggi, sehingga tanaman tumbuh tinggi. Di kebun, tinggi tanaman pada 3 tahun bisa mencapai 1,8-3 meter dan pada usia 12 tahun mencapai 4,5-7 meter. Tanaman kakao bersifat *dimorf* (memiliki dua bentuk cabang), yaitu cabang *orthotrop* (cabang yang tumbuh ke atas) dan *plagiotrop* (cabang yang tumbuh menyamping). Kakao adalah tanaman dengan permukaan akar pengumpan (sebagian besar mengembangkan akar lateral di dekat permukaan tanah). Tebal perakaran di tanah yang baik adalah 30-50 cm. Pada tanah air tanah rendah, akar tumbuh panjang dan mendorong akar lateral ke dalam tanah, sedangkan pada tanah air dan tanah liat yang tinggi, akar tidak tumbuh naik begitu dalam dan akar lateral tumbuh di dekat permukaan tanah (Brunner, 2007).



Gambar 1. Tanaman kakao umur 4 tahun (kiri) dan tanaman kakao umur 7 tahun (kanan)

2.1.2. Kualitas Kakao

Kakao adalah tanaman yang memiliki buah lebat dan tumbuh pada berbagai jenis tanah dengan standar tanah yang sesuai untuk kakao. Tanah yang cocok untuk tanaman kakao adalah tanah yang kaya humus, tanah yang dikeringkan dengan baik yang bebas dari konsentrasi zat besi dan kadar gizi yang tinggi (Onakoya, 2011).

Kakao tumbuh dan menghasilkan coklat, namun *pulpnya* juga dapat dimakan lezat dan sering dikonsumsi di daerah tropis. Benih kakao mengandung sekitar 2% dari teobromin alkaloid yang merupakan stimulan sistem saraf pusat, mirip dengan kafein (Brunner, 2007). Biji kakao kering (juga dikenal sebagai kacang) mengandung sebanyak 12-18% polifenol, yang dikenal sebagai polifenol kakao atau flavonoid kakao. Flavonoid kakao memiliki aktivitas antioksidan yang manjur, dan telah ditunjukkan untuk mengais radikal bebas dan menghambat oksidasi LDL (kandungan penyusun utama kolesterol). Mereka juga memiliki alat kekebalan aktivitas dan dapat meningkatkan kesehatan kardiovaskular serta kekebalan tubuh. Kakao, bubuk coklat dan coklat susu semuanya mengandung polifenol (Brunner, 2007).

Biji kakao mengandung berbagai macam komponen kimia, zat gizi, dan senyawa bioaktif di dalamnya. Komposisi kimia ini bervariasi setelah mengalami proses pengolahan menjadi produk. Komposisi kimia bubuk kakao berbeda dengan mentega kakao dan pasta coklat. Komposisi kimia bubuk kakao (natural) per 100 g adalah

mengandung kalori 228,49 kkal, lemak 13,5 g, karbohidrat 53,35 g dan serat 27,90 g (Wahyudi *et al.* 2008).

Berikut ini merupakan kandungan nutrisi bubuk kakao per 100 g.

Tabel 1. Kandungan Nutrisi Bubuk Kakao (Justin dan Tarla, 2015)

Zat Kimia	Jumlah (g)
Karbohidrat	16,50
Protein	21,50
Lemak	11
Serat makanan	34
Polifenol	7 – 18
Theobromine	2,50
Kafein	0,10
Potasium	2
Kalsium	0,15
Magnesium	0,55
Fosfor	0,70

Pada tabel diatas, dapat dilihat bahwa kandungan tertinggi dalam 100 g bubuk kakao adalah serat, yaitu sebesar 34 g/100 g bubuk dan kandungan terendah dalam 100 g bubuk kakao adalah kafein, yaitu sebesar 0,10 g/100 g bubuk. Sedangkan komposisi *pulp* kakao disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Komposisi *Pulp* Biji Kakao (Haryadi dan Supriyanto, 2001).

Komponen	Kandungan (%)
Air	80-90
Albuminoid, Astringents	0,5-0,7
Glukosa	8-13
Sukrosa	0,4-1,0
Pati	-
Asam non-volatil	0,2-0,4
FeO	0,03
Garam	0,4-0,45

Pulp merupakan daging buah pada buah kakao. Pada komposisi *pulp* biji kakao pada tabel 2 diatas, dapat dilihat bahwa air merupakan komponen tertinggi, yaitu sebesar 80-90 % dan komponen terendah adalah FeO yaitu sebesar 0,03%. Hal ini dapat diartikan bahwa setiap *pulp* biji kakao banyak mengandung air.

2.2. Tanaman Penaung

Tanaman penaung merupakan tanaman yang diaplikasikan di lahan untuk melindungi tanaman kakao dari penyinaran cahaya matahari langsung. Tanaman kakao ditanam dibawah kanopi pohon sehingga menghasilkan lingkungan yang teduh. Tanaman penaung mampu mengurangi biaya penyiangan, serangan hama dan penyakit serta meningkatkan kualitas tanaman kakao yang dihasilkan (di dalam praktiknya, banyak spesies yang dapat digunakan untuk penaung kakao). Spesies yang paling optimum adalah lamtoro (*Leucaena* sp.) karena *leguminosae*, ukuran daun kecil, tahan dipangkas, bukan inang hama dan penyakit utama kakao, tahan angin kencang dan tidak alelopati terhadap kakao. Krete (*Cassia surattensis*) dapat tumbuh dengan baik di tempat yang terbuka dan terkena sinar matahari langsung, baik di dataran rendah ataupun dataran menengah yaitu pada ketinggian 1–1100 mdpl. Tanaman berdaun majemuk ini dapat mencapai ketinggian 8–10 m (Heyne, 1987). Arsitektur kanopi krete sedikit lebih rapat daripada lamtoro sehingga dari 100% cahaya yang datang, hanya 15% yang dapat diteruskan. Jati emas (*Tectona grandis* Linn. F) dapat tumbuh baik pada deviasi lingkungan yang lebar, mulai dari dataran rendah sampai ketinggian 800 mdpl. dan dari curah hujan kurang dari 900 mm/tahun sampai 3800 mm/tahun, dari temperatur minimum 14°C sampai maksimum 41°C (Salleh, 2001). Jati menghendaki areal yang terbuka namun masih toleran pada penyinaran 75–95% cahaya penuh. Sifat ini memiliki arti penting dalam program penanaman jati di areal perkebunan yang sudah ada tanamannya. Hasil penelitian siklus hara hutan jati umur 20 tahun di India menunjukkan bahwa 64–76% unsur hara dalam biomasa tanaman jati dikembalikan lagi ke dalam tanah (Salleh, 2001). Hasil penelitian Prawoto (2012) menunjukkan karbon tersimpan pola tanam kakao-jati sebesar 400% terhadap kakao lamtoro dan guguran daun jati selama musim kemarau berpotensi mengembalikan hara setara dengan total urea, SP36, KCl, Dolomit dan Kieserit sebanyak 652 g /pohon/tahun. Atas dasar peluang kompetisi hara yang rendah tersebut serta hasil kayu yang bernilai tinggi, maka tanaman jati memiliki prospek baik untuk diusahakan di dalam kebun kakao sebagai tanaman pengonservasi lingkungan.

2.2.1. Lamtoro (*Leucaena leucocephala*)

Lamtoro (*Leucaena leucocephala*) merupakan tanaman dari famili *Fabaceae* yang berukuran medium dan tumbuh dengan cepat. Tanaman ini berasal dari Mexico bagian Selatan dan Amerika pusat bagian Utara dan sekarang tanaman lamtoro sudah menyebar ke berbagai daerah tropis dan sub tropis. Nama spesifik '*leucocephala*' berasal dari '*leu*' yang berarti putih dan '*cephala*', yang berarti kepala. Ini umumnya dikenal sebagai Pohon timah putih.

Berikut ini merupakan kandungan kimia yang terkandung didalam satu pohon lamtoro.

Tabel 3. Kandungan Kimia Tanaman Lamtoro (Devi *et al.*,2013)

Unsur Kimia	Daun	Benih
Protein mentah (%)	25,9	46
Karbohidrat (%)	40	45
Tannin (%)	4	1,2
Mimosin (%)	7,19	10
Total Abu (%)	11	3,79
Total N (%)	4,2	0
Protein mentah (%)	25,9	8,4
Kalsium (%)	2,36	4,4
Fosfor (%)	0,23	0,189
B-Karotin (mg/kg)	536	0
EnergiKotor (kJ/g)	20,1	0
Tannin (mg/g)	10,15	0
Kalium	0	137,3
Nitrogen	0	338
Magnesium	0	44,6
Kalsium	0	44,4
Natrium	0	12,6
Mangan	0	52,6
Besi	0	642,4
Tembaga	0	55
Zink	0	125,1
Asam lemak (%)	0	15
Saponifikasi	0	108,74
Iodin	0	4,90
Asam	0	1,08

Pada Tabel 3 diatas, dapat kita lihat bahwa kandungan kimia tanaman lamtoro memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi yaitu sebesar 40% pada daun lamtoro dan 45% pada benih lamtoro.

Pada tahun 1970 dan 1980-an pohon lamtoro terkenal sebagai pohon keajaiban karena memiliki banyak manfaat. Pohon lamtoro juga dikenal sebagai pohon konflik karena bermanfaat sebagai pakan ternak dan menyebar seperti rumput liar. Lamtoro dapat tumbuh hingga mencapai 20 m. Daunnya berbentuk seperti tamarin yang memiliki bunga berwarna putih kekuningan. Benihnya mengandung lebih dari 20% minyak dan itu dapat digunakan sebagai tanaman bio energi. Benihnya juga dapat digunakan sebagai konsentrat pada sapi perah, sebagai pupuk, sumber protein dan sebagai sumber potensi bagi tanaman legume. Lamtoro merupakan tanaman legume yang bersimbiosis dengan bakteri Rhizobia dan menghasilkan 500 kg Nitrogen.ha⁻¹.



Gambar 2. Tanaman lamtoro di lahan penelitian

2.2.2. Jati Emas (*Tectona grandis* Linn F.)

Pohon jati memiliki klasifikasi Divisi *Spermatophyta*, kelas *Angiospermae*, Sub Kelas *Dicotyledoneae*, Ordo *Verbenaceae*, Famili *Verbenaceae*, Genus *Tectona* dan Spesies *Tectona grandis* Linn. F. (Sumarna, 2011). Tanaman jati yang dijadikan sebagai tanaman penabung tanaman kakao di lahan penelitian berjenis tanaman Jati

Emas Kultur Jaringan 95/96 yang berbeda dengan tanaman jati biasa. Untuk perbandingan, tanaman Jati Emas berumur 5-7 tahun sudah mempunyai batang dengan diameter 27 cm dan tinggi pohon mencapai 16 m, pada umur yang sama Jati biasa (konvensional) memiliki diameter batang sekitar 3,5 cm dan tinggi pohonnya sekitar 4 m (Daru, 1994). Pohon jati yang baik adalah pohon yang memiliki garis diameter batang yang besar, berbatang lurus dan jumlah cabangnya sedikit (Mulyana dan Asmarahman, 2010).



Gambar 3. Tanaman Jati Emas di lahan penelitian

Jati emas disebut juga *Fast Growth Golden Teak* (FGGT) yang artinya jati emas berdaya tumbuh cepat, jika jati biasa (lokal) baru bisa dipanen pada umur 45 tahun, maka jati emas ini bisa dipanen pada umur 10-15 tahun. Pada umur 5 tahun ditebang untuk penjarangan, hasil penebangan tersebut mempunyai nilai ekonomi dan sudah laku dijual. Jati emas cocok ditanam diperkebunan yang berada di daerah tropis, sebagaimana umumnya tanaman jati. Jati emas juga termasuk tanaman pioner yang dapat tumbuh di berbagai jenis tanah, kecuali tanah gambut atau rawa. Meskipun demikian, tanah yang ideal untuk penanaman jati emas adalah jenis tanah aluvial dengan pH 5-8. Jati emas diketahui sangat menyukai tanah yang banyak mengandung kapur, topografi tanah dengan kemiringan kurang dari 20 % (Daru, 1994).

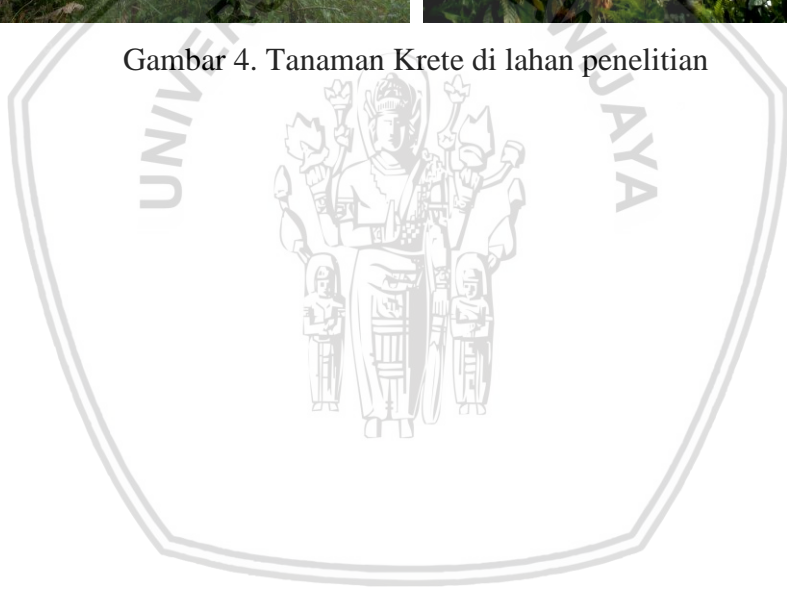
Jati emas dapat tumbuh dengan baik jika ditanam di daerah dataran rendah (50-80 m dari permukaan air laut), tetapi jati emas bisa ditanam di lokasi yang berada di ketinggian 0-700 m di atas permukaan laut. Artinya lokasi yang dekat pantai pun dapat dijadikan tempat penanaman jati emas. Perbanyakan jati emas biasanya diperbanyak dengan biji (generatif). Perbanyakan dengan biji membutuhkan waktu yang relatif lama, hal ini dikarenakan umur jati untuk menghasilkan biji 7-10 tahun sedangkan untuk umur panen jati emas bisa di panen umur 5-7 tahun. Siklus umur panen jati emas lebih cepat dibandingkan dengan jati biasa (lokal).

2.2.3. Krete (*Cassia surattensis*)

Krete merupakan pohon berbunga dari famili *Fabaceae* dengan tipe tanaman pohon rendah, berukuran sedang sampai besar. Pohon krete mengalami pertumbuhan cepat dengan tinggi sekitar 12-15 kaki, membutuhkan cahaya matahari langsung, mampu bertahan dengan baik pada tanah yang kering dan berbunga selama musim kemarau. Krete dapat tumbuh di dataran rendah, dataran tinggi dan mampu bertahan hidup di daerah pantai. Krete memiliki bentuk daun yang menyirip berwarna hijau tua dengan panjang daun sekitar 7 inci dan biasanya memiliki 6-9 pasang tulang daun yang berlawanan pada satu tulang daun utama. Bunga pada krete berwarna kuning cerah dan tumbuh hampir di setiap cabang. Krete memiliki biji yang mirip dengan biji kacang polong berukuran 7 inci berisi 3-5 biji. Biji tersebut berwarna hijau pada saat masih muda dan berwarna hitam jika masak (Wagner, 2014).



Gambar 4. Tanaman Krete di lahan penelitian



Karakteristik tanaman krete akan disajikan pada Tabel 4 sebagai berikut.

Tabel 4. Karakteristik Tanaman Krete (Zhengyi *et al*, 2011).

Kategori	Klasifikasi
Kingdom	<i>Plantae</i>
Sub Kingdom	<i>Tracheobionta</i>
Super Divisi	<i>Spermatophyta</i>
Divisi	<i>Magnoliophyta</i>
Kelas	<i>Magnoliopsida</i>
Sub Kelas	<i>Rosidae</i>
Ordo	<i>Fabales</i>
Famili	<i>Fabaceae / Leguminosae</i>
Sub Famili	<i>Caesalpinioideae</i>
Tribe	<i>Cassieae</i>
Sub Tribe	<i>Cassiinae</i>
Genus	<i>Cassia</i>
Spesies	<i>Cassia surattensis</i>
Common Name	<i>Golden Senna, Scrambled Egg Tree, Glossy Shower, Bush Senna, Scrambled egg tree bush and Scrambled Egg Tree.</i>

2.3. Biomassa Tanaman

Menurut (Hairiah *et al*, 2011) pada ekosistem daratan, cadangan karbon disimpan dalam 3 komponen pokok, yaitu:

1. Bagian hidup (biomassa): masa dari bagian vegetasi yang masih hidup yaitu batang, ranting dan tajuk pohon (berikut akar atau estimasinya), tumbuhan bawah atau gulma dan tanaman semusim.
2. Bagian mati (nekromasa): masa dari bagian pohon yang telah mati baik yang masih tegak di lahan (batang atau tunggul pohon), kayu tumbang/tergeletak di permukaan tanah, tonggak atau ranting dan daun-daun gugur (seresah) yang belum terlapuk.
3. Tanah (bahan organik tanah): sisa makhluk hidup (tanaman, hewan dan manusia) yang telah mengalami pelapukan baik sebagian maupun seluruhnya dan telah menjadi bagian dari tanah. Ukuran partikel biasanya lebih kecil dari 2 mm.

Berdasarkan keberadaannya di alam, ketiga komponen karbon tersebut dapat dibedakan menjadi 2 kelompok yaitu:

a. Karbon di atas permukaan tanah, meliputi:

- Biomassa pohon, proporsi terbesar cadangan karbon di daratan umumnya terdapat pada komponen pepohonan. Untuk mengurangi tindakan perusakan selama pengukuran, biomassa pohon dapat diestimasi dengan menggunakan persamaan allometrik yang didasarkan pada pengukuran diameter batang (dan tinggi pohon, jika ada).
- Tumbuhan bawah meliputi semak belukar yang berdiameter batang < 5 cm, tumbuhan menjalar, rumput-rumputan atau gulma. Estimasi biomassa tumbuhan bawah dilakukan dengan mengambil bagian tanaman (melibatkan perusakan). Batang pohon mati baik yang masih tegak atau telah tumbang dan tergeletak di permukaan tanah, yang merupakan komponen penting dari C dan harus diukur pula agar diperoleh estimasi cadangan karbon yang akurat.
- Serasah meliputi bagian tanaman yang telah gugur berupa daun dan ranting-ranting yang terletak di permukaan tanah.

b. Karbon di dalam tanah, meliputi:

- Biomassa Akar

Akar mentransfer karbon dalam jumlah besar langsung ke dalam tanah, dan keberadaannya dalam tanah bisa cukup lama. Pada tanah hutan biomassa akar lebih didominasi oleh akar-akar besar (diameter > 2 mm), sedangkan pada tanah pertanian lebih didominasi oleh akar-akar halus yang lebih pendek daur hidupnya. Biomassa akar dapat pula diestimasi berdasarkan diameter akar (akar utama), sama dengan cara untuk mengestimasi biomassa pohon yang didasarkan pada diameter batang.

- Bahan organik tanah

Sisa tanaman, hewan dan manusia yang ada di permukaan dan di dalam tanah, sebagian atau seluruhnya dirombak oleh organisme tanah sehingga melapuk dan menyatu dengan tanah, dinamakan bahan organik tanah.

2.4. Cadangan Karbon

Tim Arupa (2014) mendefinisikan Karbon (C) sebagai unsur kimia dengan nomor atom 6 dan merupakan unsur bukan logam yang apabila terlepas diudara dan terikat dengan Oksigen maka Karbon akan menjadi CO. Umumnya karbon menyusun 45% - 50% bahan kering dari tanaman (Sofiyuddin, 2007). Karbon dapat ditemukan pada makhluk hidup, baik yang sudah mati ataupun masih hidup. Karbon pada ekosistem hutan dapat ditemukan dalam bentuk pohon (baik yang hidup atau mati), tumbuhan bawah (baik yang hidup atau mati), serasah hutan, dan tanah. Karbon-karbon dapat ditemukan dalam dalam makhluk hidup yang melalui fotosintesis kemudian karbon ini akan bersifat padat. Saat lepas ke udara, Karbon (C) akan berikatan dengan Oksigen (O) yang kemudian menjadi zat asam arang (CO). Zat asam arang inilah yang berbahaya dan akan merusak gas rumah kaca jika berlebihan (Tim Arupa, 2014). Dinamika karbon di alam dapat dijelaskan secara sederhana dengan siklus karbon. Siklus karbon adalah siklus yang mencakup pertukaran /perpindahan karbon diantara biosfer, pedosfer, geosfer, hidrosfer dan atmosfer bumi. Siklus karbon sesungguhnya merupakan suatu proses yang rumit dan setiap proses saling mempengaruhi proses lainnya (Sutaryo, 2009).

Menurut Hairiah dan Rahayu (2007), pada ekosistem daratan karbon tersimpan pada tiga komponen pokok, yaitu sebagai berikut.

1. Biomassa

Biomassa adalah massa dari bagian vegetasi yang masih hidup seperti tajuk pohon, tumbuhan bawah atau gulma, dan tanaman semusim pada suatu bentang lahan.

2. Nekromasa (pohon mati)

Nekromasa adalah massa dari bagian pohon yang telah mati baik yang masih tegak di lahan atau telah tumbang/tergeletak di permukaan tanah, tonggak atau ranting, dan daun-daun gugur (serasah) yang belum terlapuk.

3. Bahan organik tanah

Bahan organik tanah adalah sisa makhluk hidup (tanaman, hewan, dan manusia) yang telah mengalami pelapukan baik sebagian maupun seluruhnya dan telah menjadi

bagian dari tanah. Bahan organik tanah biasanya memiliki ukuran partikel sebesar < 2 mm.

Berdasarkan keberadaannya di alam, ketiga komponen karbon dapat dibedakan menjadi 2 kelompok yaitu sebagai berikut (Hairiah dan Rahayu, 2007):

1. Karbon di atas permukaan tanah, meliputi komponen berikut.

- Biomasa pohon

Proporsi terbesar penyimpanan karbon di daratan umumnya terdapat pada komponen pepohonan. Biomassa pohon dapat diestimasi dengan menggunakan persamaan alometrik yang didasarkan pada pengukuran diameter batang untuk mengurangi tindakan perusakan selama pengukuran.

- Biomassa tumbuhan bawah.

Tumbuhan bawah meliputi semak belukar yang berdiameter batang < 5cm, tumbuhan menjalar, rumput-rumputan atau gulma. Estimasi biomassa tumbuhan bawah dilakukan dengan mengambil bagian tanaman (melibatkan perusakan).

- Nekromasa

Batang pohon mati baik yang masih tegak atau telah tumbang dan tergeletak di permukaan tanah merupakan komponen penting dari karbon harus diukur pula agar diperoleh estimasi penyimpanan karbon yang akurat.

- Serasah

Serasah meliputi bagian tanaman yang telah gugur berupa daun dan ranting-ranting yang terletak di permukaan tanah.

2. Karbon di dalam tanah, meliputi komponen berikut.

a. Biomasa akar

Akar mentransfer karbon dalam jumlah besar langsung ke dalam tanah, dan keberadaannya dalam tanah bisa cukup lama. Pada tanah hutan biomasa akar lebih didominasi oleh akar-akar besar, sedangkan pada tanah pertanian lebih didominasi oleh akar-akar halus yang lebih pendek daur hidupnya.

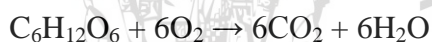
b. Bahan organik tanah

Sisa tanaman, hewan dan manusia yang ada di permukaan dan di dalam tanah, sebagian atau seluruhnya dirombak oleh organisme tanah sehingga melapuk dan menyatu.

2.5. Karbon Tanah

Karbon dapat ditemukan di atmosfer salah satunya dalam bentuk gas karbondioksida (CO_2) dengan jumlah yang jauh lebih sedikit dibandingkan dengan karbon yang ada di bumi. Siklus karbon dapat dengan mudah menjelaskan bagaimana dinamika karbon di alam. Siklus karbon adalah siklus biogeokimia yang melibatkan pertukaran atau perpindahan karbon di bumi (Sutaryo, 2009).

Karbon dihasilkan melalui proses respirasi makhluk hidup, proses pembakaran bahan bakar fosil, dan aktivitas manusia lainnya seperti kendaraan bermotor. Karbon yang ada di udara salah satunya adalah karbon dioksida (CO_2). Karbon dioksida dapat disimpan melalui proses fotosintesis oleh tumbuhan sehingga menghasilkan karbohidrat yang disimpan di jaringan tumbuhan dan oksigen. Proses respirasi pada tumbuhan dapat diketahui melalui reaksi kimia berikut:



Simpanan karbon tidak hanya disimpan pada vegetasi, tetapi terdapat juga pada tanah, serasah, lautan dan sedimentasi. Jaringan-jaringan tumbuhan dan makhluk hidup lain yang mati akan terdekomposisi menjadi senyawa organik dan tersimpan di tanah. Sejumlah karbon tanah diangkut melalui aliran permukaan ke sungai. Beberapa karbon tersimpan dengan sedimentasi di dalam sungai, sisanya mengalir ke laut sebagai karbon anorganik dan karbon organik yang terlarut. Kemudian terjadi pertukaran gas antara permukaan laut dan CO_2 yang ada di atmosfer yang disebabkan oleh perbedaan tekanan antara udara dan laut. Sebagian kecil karbon organik yang terlarut diubah melalui proses biologi sehingga pada akhirnya menjadi sedimentasi di dasar laut (Ciais *et al*, 2013).

Adapun simpanan karbon dibawah tanah menurut Hairiah *et al* (2011) yaitu sebagai berikut:

1. Biomassa akar.

Akar berfungsi sebagai penyalur karbon dari tanah ke batang dan tanah dapat memiliki umur yang cukup panjang. Pada tanah hutan, banyak biomassa akar yang diukur yang memiliki diameter lebih dari 2 mm. Pada tanah pertanian lebih banyak ditemukan akar-akar halus.

2. Bahan organik tanah.

Organisme tanah merombak sisa-sisa tanaman dan hewan yang telah mati di dalam tanah sehingga tercampur oleh tanah sehingga terbentuklah bahan organik tanah.

Karbon organik tanah cukup besar nilainya, perubahan dalam kantong karbon ini mungkin akan memberikan pengaruh yang besar pada keseluruhan jumlah simpanan karbon, meskipun fluktuasinya tidak besar. Kantong karbon di tanah akan mengalami fluktuasi sejalan dengan pembentukan hutan tanaman dan praktek yang mengikutinya seperti pemberantasan gulma dan pemangkasan. Oleh karena itu, carbon pool (gudang karbon) tanah dan perubahannya yang berhubungan dengan pembentukan hutan harus diukur dengan keakuratan yang tinggi pada tingkat regional (Sutaryo, 2009).

Salah satunya seperti hutan tropis. Hutan tropis sangat penting karena karbon terbagi antara vegetasi dan tanah dimana khususnya di zona *boreal*, 84% karbon terdapat dalam materi organik tanah dan 16% dalam tanaman yang masih hidup. Simpanan karbon utama di ekosistem hutan terdapat dalam biomassa pohon, vegetasi lantai, serasah dan bahan organik tanah (Ijazah dan Sancayaningsih, 2015). Jumlah karbon sangat tinggi, yaitu sebanding dengan tiga kali jumlah karbon di tanaman dan dua kali lipat karbon di atmosfer (Prayitno dan Bakri, 2014). Oleh sebab itu, tanah merupakan salah satu alternatif yang mampu mengendalikan atau menyerap CO₂ di udara.

2.6. Basal Area

Basal area adalah istilah umum yang digunakan untuk menggambarkan rata-rata jumlah area (biasanya menggunakan satuan acre) yang ditempati oleh batang pohon. Basal area didefinisikan sebagai luas penampang total dari semua batang dalam suatu

lahan yang diukur setinggi dada, dan dinyatakan sebagai per unit luas lahan (biasanya satuan kaki² acre⁻¹). Untuk standarisasi pengukuran, diameter pohon biasanya diukur pada 4,5 kaki dari tanah, atau sekitar ketinggian dada. Ini disebut sebagai diameter pada ketinggian dada (*Diameter at Breast Height*). Basal area berguna untuk memahami hubungan habitat antara hutan dan satwa liar dan pengambilan keputusan panen kayu. Contohnya, persentase tutupan kanopi berkorelasi dengan basal area di hutan pinus. Basal area pinus lebih besar dari tutupan kanopi pohon; keduanya sama-sama meningkat, sinar matahari kurang mencapai tanah. Kurangnya sinar matahari ini menghambat pertumbuhan rumput, forbs (tanaman non kayu, berdaun lebar), dan semak belukar yang berperan penting dalam memberikan makanan dan sampul untuk beberapa jenis satwa liar. Tingginya basal area juga dapat menyebabkan penurunan pertumbuhan pohon dan meningkatkan kompetisi untuk ruang mahkota, nutrisi, dan kelembaban.

Biasanya, basal area lebih besar dari 100 kaki² acre⁻¹ yang dengan nyata mengurangi tutupan tanah dan memperlambat pertumbuhan kayu. Ini harus direncanakan pada saat basal area mencapai tingkat ini (atau pada saat penutupan kanopi terjadi). Di lahan dengan residu basal area lebih besar dari 80 kaki² acre⁻¹, tutupan tanah akan didominasi oleh tanaman naungan yang toleran terhadap tanaman merambat, semak belukar dan kayu yang keras. Kondisi ini akan mempertahankan volume kayu yang lebih besar, tetapi tidak menyediakan habitat satwa liar yang terkondisikan. Sebaliknya, lahan basal area dengan 60 kaki² acre⁻¹ atau kurang akan menyediakan rerumputan dan semak belukar sebagai penutup lahan. Lahan ini menyediakan makanan yang mencukupi untuk satwa liar, namun akan membahayakan fungsi kayu. Dengan demikian, rentang 60-70 kaki² acre⁻¹ basal area akan memberikan hasil yang optimal.

2.7. Bean Count dan Pod Value

2.7.1. Bean Count

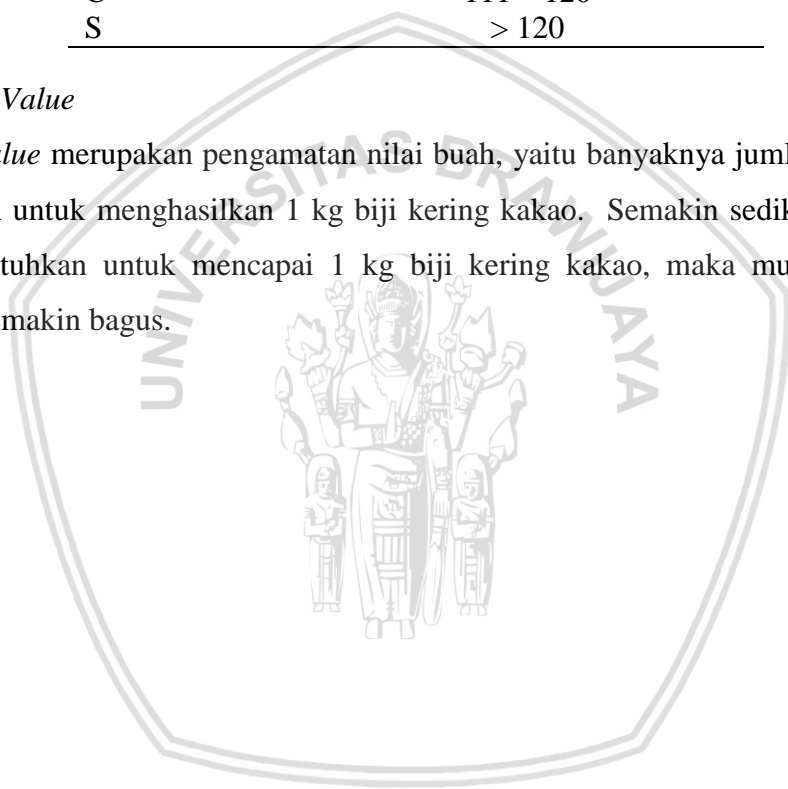
Bean Count merupakan pengkelasan kakao berdasarkan berat biji (per 100 gram). Semakin rendah jumlah buah, maka semakin bagus mutu biji kakao. Berikut ini merupakan pengkelasan biji kakao berdasarkan beratnya.

Tabel 5. Pengkelasan Biji Kakao (BSN, 2008)

Kelas	Jumlah biji per 100 g (biji)
AA	≤ 85
A	86 – 100
B	101 - 110
C	111 – 120
S	> 120

2.7.2. *Pod Value*

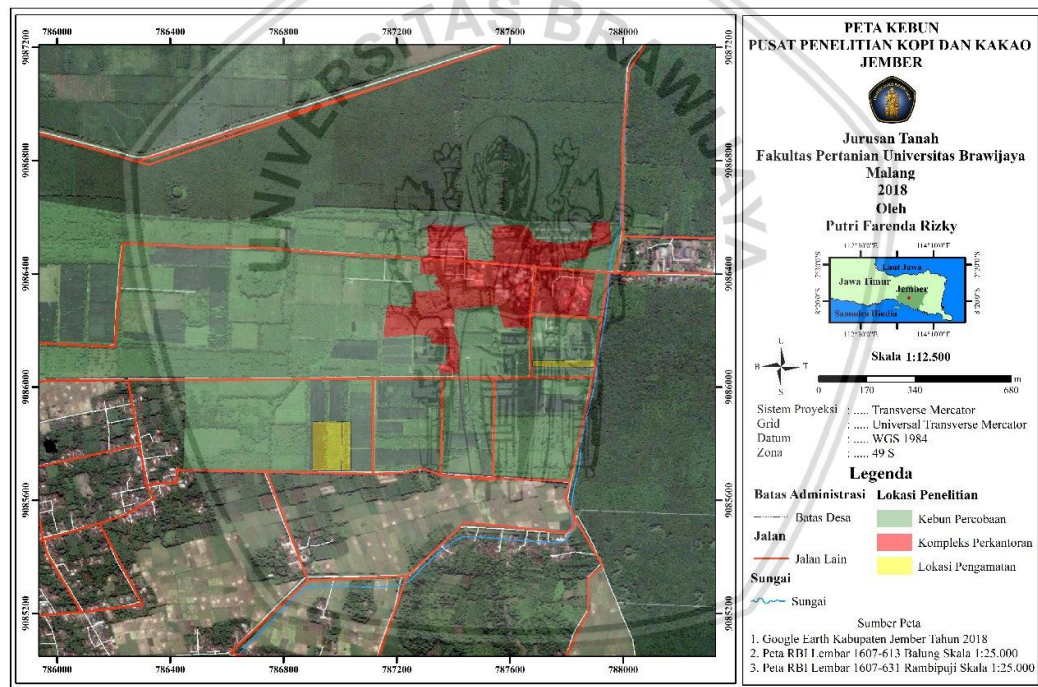
Pod Value merupakan pengamatan nilai buah, yaitu banyaknya jumlah buah yang diperlukan untuk menghasilkan 1 kg biji kering kakao. Semakin sedikit jumlah biji yang dibutuhkan untuk mencapai 1 kg biji kering kakao, maka mutu biji kakao tersebut semakin bagus.



III. METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Pelaksanaan Penelitian

Kegiatan penelitian yang meliputi pengamatan dan pemanenan kakao dilakukan di Kebun Percobaan Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia (PUSLITKOKA), pengambilan sampel tanah dilakukan di Kebun Percobaan Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia (Gambar 5). Analisis tanah dilakukan di dua tempat, yaitu di Laboratorium Kimia Tanah PUSLITKOKA dan Laboratorium Kimia Tanah Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Kegiatan penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Oktober 2016 – November 2017.



Gambar 5. Peta Lahan PUSLITKOKA

Pada peta lahan diatas, dapat dilihat bahwa lahan penelitian ditandai dengan menggunakan warna kuning, warna merah merupakan kompleks perkantoran PUSLITKOKA serta warna hijau merupakan kebun percobaan PUSLITKOKA yang memiliki luas sekitar 160 ha. Sedangkan garis merah merupakan jalan dan garis biru adalah sungai.

3.2. Kondisi Lahan

PUSLITKOKA terletak di Desa Nogosari, Kecamatan Rambipuji, sekitar 12 km arah selatan Jember. Lahan penelitian ini dilakukan di Kebun Percobaan Kaliwining Jember yang memiliki ketinggian tempat 45 m dpl dengan jenis tanah *gley* humik rendah, tekstur tanah lempung liat berdebu serta beriklim sedang (Schmidt and Fergusson). Dalam penelitian ini terdapat tiga sistem tanam yang dibagi berdasarkan perbedaan jenis tanaman penaung. Sistem tanam yang pertama adalah sistem tanam kakao dengan tanaman penaung berupa lamtoro. Tanaman kakao pada sistem tanam ini berumur 4 tahun, sedangkan tanaman lamtoro berumur 5 tahun. Populasi tanaman lamtoro pada sistem tanam ini sangat tinggi dan rapat, cahaya matahari dapat masuk sebesar 70%. Hal ini menandakan bahwa cahaya matahari masuk secara optimal pada tanaman kakao. Tanah pada sistem tanam ini lembap dan dapat menyerap air dengan baik. Sistem irigasi dan drainase pada sistem tanam ini dapat dikatakan baik karena pada sisi bagian ujung lahan terdapat selokan yang cukup lebar. Tanaman kakao pada sistem tanam ini memiliki tinggi pohon rata-rata adalah 3 meter dan rata-rata tinggi tanaman lamtoro adalah 6 meter (Gambar 6).



Gambar 6. Sistem tanam kakao dengan lamtoro di PUSLITKOKA

Sistem tanam yang kedua adalah sistem tanam kakao dengan tanaman penayang berupa pohon jati. Tanaman kakao pada sistem tanam ini berumur 7 tahun, sedangkan tanaman jati berumur 8 tahun. Populasi tanaman jati pada sistem ini sangat rendah, cahaya matahari masuk sebanyak 90% sehingga kurang optimal untuk pertumbuhan tanaman kakao. Kondisi tanah pada sistem tanam ini kering dan padat, apabila hujan turun air akan tergenang. Tanaman kakao pada sistem tanam ini memiliki tinggi pohon rata-rata adalah 3 meter dan rata-rata tinggi tanaman jati adalah 11 meter (Gambar 7).



Gambar 7. Sistem tanam kakao dan jati di PUSLITKOKA

Sedangkan pada sistem tanam yang ketiga adalah sistem tanam kakao dengan tanaman naungan berupa jati dan krete. Lahan pada sistem tanam ini bersebelahan dengan lahan sistem tanam jati + kakao, sehingga memiliki kondisi lahan yang sama. Umur tanaman kakao dan jati pada sistem tanam ini sama dengan umur tanaman pada sistem tanam jati + kakao, yaitu tanaman jati berumur 8 tahun dan tanaman kakao berumur 7 tahun. Tanaman Krete pada sistem tanam ini berumur 8 tahun. Akan tetapi, tanaman kakao pada sistem tanam ini lebih terlindungi dari sinar matahari langsung (80%), sehingga lahannya sedikit lebih lembab apabila dibandingkan dengan sistem tanam kakao berpenaung jati. Tanaman kakao pada sistem tanam ini memiliki tinggi pohon rata-rata adalah 3 meter, tinggi tanaman jati rata-rata 11 meter serta tanaman krete rata-rata 8 meter (Gambar 8).



IV. Gambar 8. Sistem tanam kakao dengan krete dan jati di

PUSLITKOKA

3.3. Alat dan Bahan Penelitian

Dibawah ini merupakan alat dan bahan yang digunakan selama penelitian:

Tabel 6. Alat dan bahan penelitian

Parameter Pengamatan	Alat	Bahan
Berat Isi Tanah	Ring sampel Balok kayu Palu Cangkul Pisau/cutter Plastik + spidol Karet gelang Oven Timbangan analitik Penggais	Sampel tanah
C-organik	Cangkul Bor tanah Plastik Karet gelang Spidol Piring plastik Ayakan 0,5 mm Labu Erlenmeyer 500 ml Gelas ukur Gelas beker Pipet Buret Pengaduk magnetis Oven	Sampel Tanah Aquades (200 mL) H_2SO_4 (20 mL) $K_2Cr_2O_7$ (10 mL) Difenilamina (30 tetes) H_3PO_4 85 % (10 mL)
Biomassa Serasah	Tali rafia Penggais Amplop kertas coklat Spidol Gunting Timbangan analitik Oven	Serasah
Basal Area	Meteran jahit Alat tulis	Tanaman Kakao Lamtoro Jati Krete
Taksasi Buah	Meteran jahit Peralatan tulis	Buah Kakao
Panen	Karung	Buah Kakao

Sabit
Piring
Timbangan analitik
Peralatan tulis

3.4. Rancangan Penelitian

Perlakuan yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang dilakukan pada tiga lahan tanaman kakao dengan tanaman penayang yang berbeda. Setiap lahan dilakukan ulangan sebanyak tiga kali ulangan.

3.5. Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Variabel Pengamatan

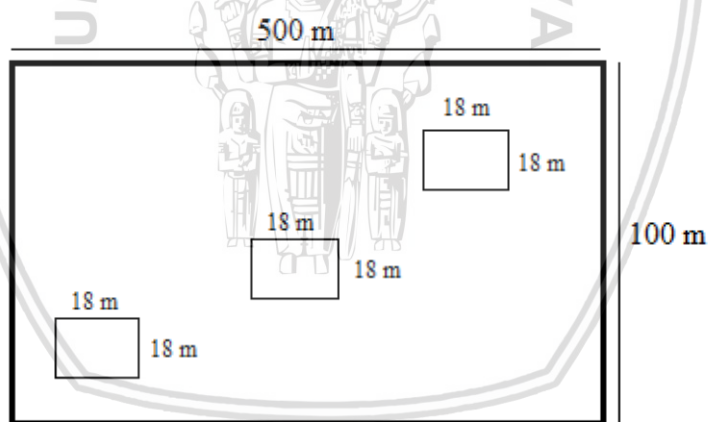
Variabel Pengamatan	Pengukuran	Keterangan
Serasah	Berat basah, berat kering dan tebal serasah	Menggunakan frame ukuran 0,5 m x 0,5 m
Biomassa tanaman	Biomassa pohon	Pendekatan Allometrik : Kakao = $-0,007 \times (D^2) + 0,988 \times D - 2,102$ Lamtoro = $1,2053 \times (D^{1,1841})$ Jati = $0,075 \times (D^{2,627})$ Krete = $-0,007 \times (D^2) + 0,988 \times D - 2,102$ C = $Y_n \times 0,5$
	Cadangan karbon	
	Diameter pohon	Pengukuran manual setinggi dada
	Tinggi pohon	Pengukuran manual
	Basal area	$Basal = \frac{D^2 \pi}{40000} \times \frac{10000}{\text{luas plot}}$
Taksasi buah	Buah kecil, buah sedang dan buah besar	Pengamatan manual
Tanah	Berat Isi tanah	$BI = \frac{m}{V}$
	C-organik	$C - org = \frac{(\text{mL blanko} - \text{mL sampel}) \times 3}{\text{mL blanko} \times \text{mL sampel}} \times \frac{100 + KA}{100}$
Pemanenan	Karbon tanah	$Ct = Kd \times BD \times \% \text{ C-organik}$
	Berat buah, jumlah biji, berat basah biji, berat kering biji	Menggunakan timbangan digital
	Bean count	$bean\ count = \frac{\text{jumlah biji}}{\text{berat biji kering}} \times 100$
	Pod value	$pod\ value = \frac{1000}{\text{berat biji kering}}$

Keterangan: D = diameter (m), C = cadangan karbon (ton ha^{-1}), Y_n = biomassa tegakan (ton ha^{-1}), 0,5 = faktor konversi dari standar internasional untuk pendugaan karbon, $\pi = 3,14$, BI = berat isi (g.cm^{-3}), m = massa padatan (g), V = volume tanah (cm^3), mL blanko = 6,2, Ct = kandungan karbon tanah (g.cm^{-2}), Kd = kedalaman tanah (cm), BD = berat tanah (g cm^{-2})

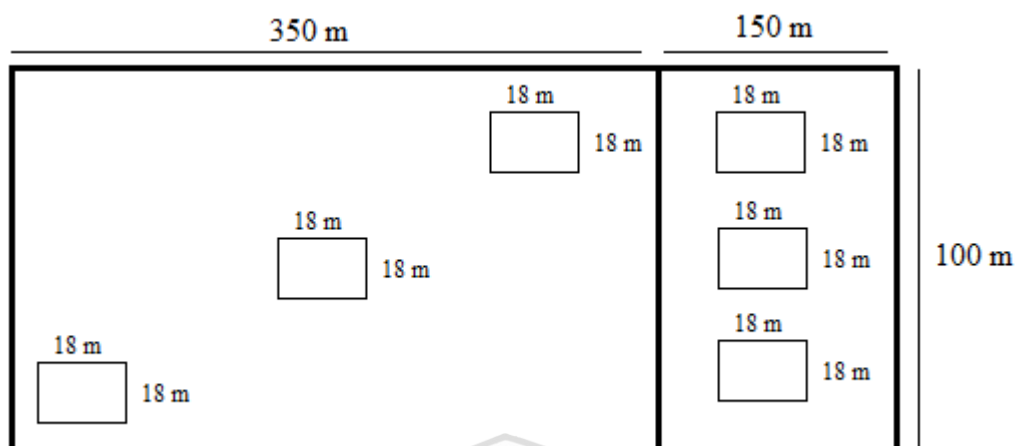
3.6. Tahapan Penelitian

3.6.1. Persiapan Lahan

Lahan yang diteliti merupakan lahan kakao di Kebun Percobaan Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia (PUSLITKOKA). Lahan yang diteliti merupakan lahan yang dibagi berdasarkan perbedaan tanaman penayang dan umur tanaman. Ada tiga lahan yang akan diteliti, yaitu lahan kakao berumur 6 tahun dengan tanaman penayang lamtoro berumur 5 tahun, tanaman kakao berumur 7 tahun dengan tanaman penayang jati berumur 8 tahun dan lahan kakao berumur 7 tahun dengan tanaman penayang jati + krete yang masing-masing berumur 8 tahun. Pada masing-masing lahan dibagi menjadi tiga plot ukuran masing-masing plot seluas 18 m x 18 m (Frimpong, 2002).



Gambar 9. Denah titik plot sistem tanam kakao + lamtoro



Gambar 10. Denah titik plot sistem tanam kakao + jati & krete (kiri) dan sistem tanam kakao + jati (kanan)



Gambar 11. Pengukuran pembagian plot pada lahan

3.6.2. Persiapan dan Pengambilan Sampel Tanah

Kegiatan pengambilan sampel tanah dilakukan pada setiap plot di masing-masing lahan dengan tanaman naungan yang berbeda. Pengambilan sampel tanah bertujuan untuk mengetahui jumlah Berat Isi (BI) Tanah dan kandungan C-organik pada tanah. Persiapan yang dilakukan adalah dengan mempersiapkan alat yang akan digunakan untuk mengambil sampel tanah. Pada pengambilan sampel tanah untuk analisis BI

tanah, dibutuhkan ring sampel yang ditimbang terlebih dahulu masing-masing beratnya dengan menggunakan timbangan. Sedangkan pada pengambilan sampel tanah untuk analisis C-organik tanah dibutuhkan bor tanah.

Pengambilan sampel untuk BI tanah dilakukan dengan menggunakan ring sampel pada kedalaman 0-10 cm dan 10-20 cm. Pengambilan sampel dilakukan di tiga plot pada masing-masing lahan penelitian. Total BI tanah yang akan dianalisis adalah sebanyak 18 sampel. Pengambilan sampel untuk kandungan C-organik tanah dilakukan dengan menggunakan bor tanah pada kedalaman 0-10 cm dan 10-20 cm. Sampel tanah untuk analisis C-organik juga diambil sebanyak 18 sampel.



Gambar 12. Pengambilan Sampel Tanah untuk Pengukuran C-organik



Gambar 13. Pengambilan Sampel Tanah untuk Pengukuran Berat Isi Tanah

3.6.3. Analisis Tanah

Analisis tanah yang dilakukan meliputi Berat Isi (BI) tanah dan C-organik pada tanah seperti berikut ini.

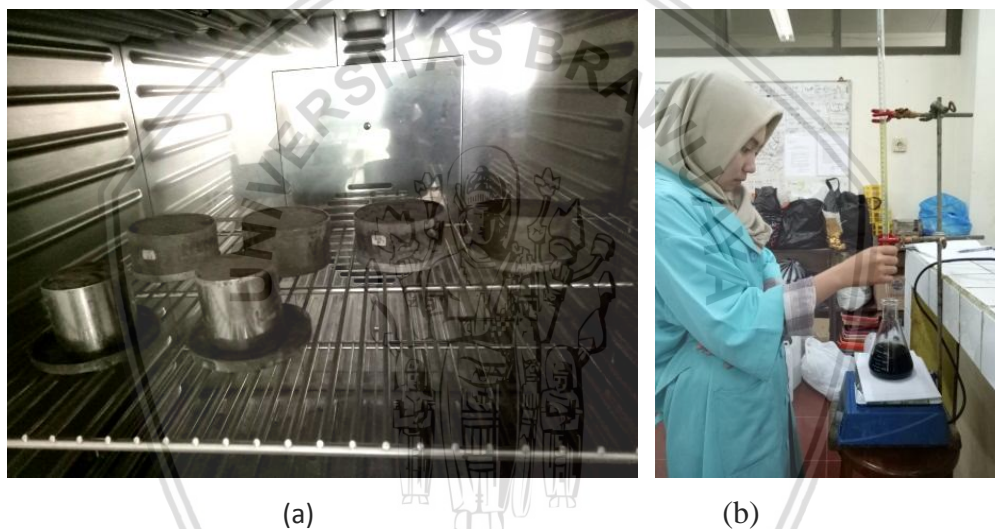
3.6.3.1. BI Tanah

Analisis BI tanah dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia (PUSLITKOKA). Sampel tanah yang telah disiapkan ditimbang dulu berat basah + ringnya kemudian dicatat hasilnya. Sampel tanah yang telah ditimbang kemudian di oven selama 24 jam dengan suhu 105°C . Setelah sampel tanah dioven dan didinginkan, sampel ditimbang berat keringnya dan dicatat hasilnya.

3.6.3.2. C-organik Tanah

Analisis kandungan C-organik tanah dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Sampel tanah yang telah siap dianalisis terlebih dahulu dikering-anginkan sampai tanah benar-benar kering, pengeringan sampel tanah dilakukan di Laboratorium Pengeringan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Sampel tanah yang telah dikering-anginkan ditumbuk hingga halus kemudian di ayak dengan ayakan berukuran 0,5 mm. Sampel tanah yang telah di ayak kemudian ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik seberat 0,5 g pada setiap sampelnya. Sampel tanah yang telah ditimbang kemudian di masukkan

kedalam labu Erlenmeyer 500 mL. Setelah itu, $K_2Cr_2O_7$ sebanyak 10 mL dan H_2SO_4 sebanyak 20 mL dimasukkan kedalam labu Erlenmeyer. Sampel tanah yang telah tercampur kemudian digoyang-goyang agar tanah dapat bereaksi sepenuhnya dan dimasukkan ke dalam ruang asam kurang lebih 20 menit. Setelah campuran didiamkan selama 20 menit, tambahkan aquades sebanyak 200 mL pada masing-masing sampel. Kemudian masukkan H_3PO_4 85% sebanyak 10 mL kedalam sampel dan 30 tetes difenilamina. Setelah itu, titrasi sampel dengan menggunakan $FeSO_4$ sampai warna berubah menjadi kehijauan. Volume sampel dicatat untuk dilakukan perhitungan nilai persentase C-organik.



Gambar 14. (a) Pengukuran Berat Isi Tanah (b) Pengukuran C-organik

3.6.3.3. Karbon Tanah

Menurut BSN (2011), nilai karbon tanah didapatkan apabila diketahui kedalaman tanah pada saat pengambilan sampel tanah di lahan penelitian dan diketahui berat isi tanah yang telah diambil sampelnya menggunakan ring sampel.

3.6.3.4. Cadangan Karbon

Karbon diduga melalui biomassa yaitu mengkonversi setengah dari jumlah biomassa, karena hampir 50% dari biomassa vegetasi hutan tersusun atas unsur karbon (Brown 1997).

3.6.3.5. Pengamatan Taksasi

Pengamatan untuk memperoleh data taksasi tanaman kakao dan naungan dilakukan setelah membagi satu lahan menjadi tiga plot, yaitu sistem tanam kakao + lamtoro, sistem tanam kakao + jati dan sistem tanam kakao + krete & jati. Parameter yang diukur dalam pengamatan ini antara lain adalah umur tanaman kakao, umur tanaman naungan, diameter tanaman kakao, diameter tanaman naungan serta banyaknya jumlah buah kecil, buah sedang dan buah besar kakao pada masing-masing sistem tanam. Pengukuran umur tanaman pada masing-masing sistem tanam didapatkan berdasarkan informasi kepala kebun di PUSLITKOKA. Tanaman kakao pada sistem tanam kakao + lamtoro berumur 4 tahun dan tanaman lamtoro berumur 5 tahun, tanaman kakao pada sistem tanam kakao + jati berumur 7 tahun dan tanaman jati berumur 8 tahun sedangkan tanaman kakao pada sistem tanam kakao + krete & jati sama dengan sistem tanam kakao + jati yaitu berumur 7 tahun dan tanaman krete & jati masing-masing berumur 8 tahun.

Diameter tanaman kakao pada masing-masing sistem tanam diukur dengan menggunakan meteran jahit pada batang utama sebelum cabang batang pertama. Pada tanaman naungan, diameter pohon diukur setinggi 1 m dari permukaan tanah. Untuk pengamatan buah kecil, buah sedang dan buah besar kakao diukur dengan menggunakan penggaris. Buah kakao dapat dikatakan kecil apabila panjangnya 0-10 cm, buah sedang sepanjang 10-15 cm dan buah besar ≥ 15 cm (Prawoto, 2014). Buah kakao yang sudah matang namun panjang tidak memenuhi syarat buah besar, maka buah kakao tersebut tetap masuk dalam kategori buah besar (Gambar 15).

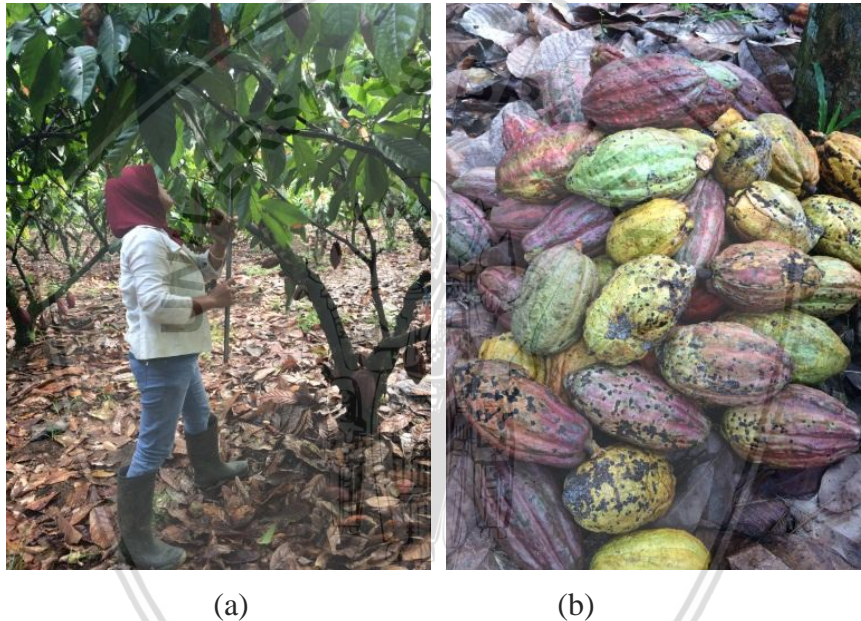


Gambar 15. Contoh buah kecil (a), buah sedang (b) dan buah besar (c)

3.6.4. Pemanenan dan Pengolahan Buah Kakao

Pengambilan sampel buah kakao dilakukan sebanyak lima kali panen untuk mengetahui tingkat produksi pada masing-masing lahan. Pada kegiatan ini diambil sebanyak 60 buah kakao yang diambil di masing-masing sistem tanam secara acak dengan menggunakan sabit dan dimasukkan kedalam karung untuk selanjutnya diangkut dengan motor ke ruang laboratorium kimia tanah PUSLITKOKA. Buah kakao yang sudah diambil lalu ditimbang berat buahnya dengan menggunakan timbangan. Setelah buah ditimbang, buah dipecah secara manual dengan menggunakan tangan dan dipukul-pukul ke permukaan yang tajam. Buah kakao yang telah dipecah kemudian dipisah antara kulit buah dengan biji kakaonya dan dihitung jumlah biji kakaonya. Biji kakao yang sudah dihitung, ditimbang berat basahanya dan

dipindahkan ke Ruang Pengeringan untuk mengeringkan biji kakao. Biji kakao dikeringkan selama empat hari, namun pada pengeringan hari kedua biji kakao dibalik agar biji kakao dapat kering secara merata. Biji kakao yang sudah dikeringkan selama empat hari kemudian diukur kadar airnya menggunakan alat ukur *Kako Tester*. Standar kadar air biji kakao adalah senilai 7,5. Apabila kadar air kakao telah mencapai nilai 7,5, biji kering kakao dipindahkan ke laboratorium kimia tanah PUSLITKOKA danditimbang lagi berat keringnya. Kegiatan ini dilakukan agar mengetahui nilai *Bean Count* dan *Pod Value* pada tanaman kakao di masing-masing lahan yang diteliti.



Gambar 16. (a) Proses pemanenan buah kakao (b) Buah kakao

3.6.5. Analisis Statistik

Analisis ragam dilakukan untuk semua data yang diperoleh pada taraf 5% dengan menggunakan aplikasi Genstat 18.1. Apabila perlakuan menunjukkan pengaruh nyata terhadap variabel yang diamati, maka analisis akan dilanjutkan dengan uji Duncan dengan taraf 5%. Selanjutnya data parameter pengamatan di uji lanjut menggunakan uji korelasi dan regresi untuk melihat keeratan hubungan antara 2 parameter.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Berat Isi Tanah dan C-organik

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, hasil sidik ragam menunjukkan bahwa nilai BI, C-organik dan karbon tanah pada berbagai sistem tanam terdapat nilai yang secara nyata berbeda ($P < 0,05$). Nilai BI tanah pada lokasi penelitian berkisar antara $2,14 \text{ g cm}^{-3}$ sampai dengan $2,37 \text{ g cm}^{-3}$. Nilai BI yang tertinggi terdapat pada sistem tanam jati 10-20 cm yaitu sebesar $2,37 \text{ g cm}^{-3}$ dan BI tanah terendah terdapat pada sistem tanam lamtoro 10-20 cm yaitu sebesar $2,14 \text{ g cm}^{-3}$. Sedangkan hasil sidik ragam C-organik menunjukkan bahwa nilai C-organik pada lokasi penelitian berkisar antara 0,31 % sampai dengan 1,03 %. Nilai C-organik tertinggi terdapat pada sistem tanam lamtoro dengan kedalaman 0-10 cm dan nilai C-organik tanah terendah terdapat pada sistem tanam krete & jati dengan kedalaman 10-20 cm. Hasil sidik ragam karbon tanah menunjukkan bahwa nilai karbon tanah pada lokasi penelitian berkisar antara 557 ton ha^{-1} sampai dengan 2356 ton ha^{-1} . Nilai karbon tanah tertinggi terdapat pada sistem tanam lamtoro dengan kedalaman 0-10 cm dan nilai karbon tanah terendah terdapat pada sistem tanam krete & jati dengan kedalaman 10-20 cm. Nilai BI, C-organik dan karbon tanah pada berbagai perlakuan disajikan pada Tabel 8 di bawah ini:

Tabel 8. Hasil Perhitungan BI Tanah dan C-organik Tanah

Sistem Tanam	Kedalaman (cm)	BI Tanah (g cm^{-3})	C-organik (%)	Karbon Tanah (ton ha^{-1})
Lamtoro + Kakao	0-10	2,25 ab	1,03 c	2356 b
	10-20	2,14 a	0,81 bc	1686 ab
Jati + Kakao	0-10	2,28 ab	0,58 ab	1250 ab
	10-20	2,37 b	0,45 ab	976 a
Krete & Jati+Kakao	0-10	2,28 ab	0,32 a	841 a
	10-20	2,35 ab	0,31 a	557 a

Keterangan : Bilangan yang didampingi huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%

4.1.1. Berat Isi (BI) Tanah

Nilai BI tanah pada sistem tanam jati kedalaman 10-20 cm secara statistik tertinggi, namun nilai tersebut tidak berbeda nyata pada sistem tanam lamtoro kedalaman tanah 0-10 cm, jati 0-10 cm, krete & jati 0-10 cm dan krete & jati 10-20 cm dan hanya berbeda secara nyata nilai BI tersebut hanya pada sistem tanam lamtoro pada kedalaman 10-20 cm (Tabel 8).

Sistem tanam jati 10-20 cm memiliki berat padatan tanah yang paling tinggi bila dibandingkan dengan sistem tanam yang lainnya sehingga memiliki berat isi tanah yang tinggi pula. Hal ini dikarenakan tanah pada sistem tanam ini sangatlah padat dan kering, susah untuk ditembus berbagai macam alat. Pori tanah pada sistem tanah ini kecil hingga sulit untuk menyerap air. Tanah yang banyak mempunyai pori akan mempunyai nilai berat isi yang rendah, sebaliknya bila pori sedikit (mampat) akan mempunyai nilai berat isi yang tinggi (Sartohadi dan Junun, 2012).

4.1.2. C-organik

Nilai C-organik tanah pada sistem tanam lamtoro kedalaman 0-10 cm tidak berbeda nyata dengan sistem tanam lamtoro dengan kedalaman 10-20 cm pada plot yang sama. Nilai C-organik tanah pada sistem tanam yang lain tidak berbeda secara nyata. Secara umum, kandungan C-organik pada sistem tanam lamtoro lebih tinggi dibandingkan dengan sistem tanam jati dan krete & jati (Tabel 8).

Kadar C-organik pada data hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem tanam lamtoro 0-10 cm memiliki kadar C-organik paling tinggi dibandingkan sistem tanam lainnya menurut kedalaman masing-masing. Hal ini dikarenakan vegetasi pada sistem tanam lamtoro rapat dan serasah tanaman lamtoro mudah terurai menjadi bahan organik. Kerapatan vegetasi yang tinggi di lokasi penelitian mampu menyumbang bahan organik tanah semakin tinggi, sehingga C-organik tanah akan tinggi pula (Sugiyanto *et al.*, 2005). Meskipun kandungan C-organik pada sistem tanam lamtoro pada kedalaman 0-10 cm memiliki nilai tertinggi (Tabel 8), nilai tersebut apabila dibandingkan dengan kriteria C-organik masuk kategori rendah karena kandungannya hanya 1,03 %. Pusat Penelitian Tanah (1983) menyebutkan bahwa nilai C-organik sebesar 1-2 % masih tergolong rendah dan dapat dikatakan tinggi apabila nilai C-organiknya ≥ 3 %.

4.1.3. Karbon Tanah

Nilai karbon tanah pada sistem tanam lamtoro kedalaman 0-10 cm tidak berbeda nyata dengan sistem tanam lamtoro kedalaman 10-20 cm pada plot yang sama. Nilai karbon tanah pada sistem tanam yang lain tidak berbeda secara nyata. Secara umum, kandungan karbon tanah pada sistem tanam lamtoro lebih tinggi dibandingkan dengan sistem tanam jati dan krete & jati (Tabel 8).

4.2. Biomassa Tanaman, Cadangan Karbon dan Basal Area

4.2.1. Biomassa Tanaman

Keragaman vegetasi pada suatu lahan dapat memengaruhi besarnya biomassa pohon. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) pada hasil sidik ragam. Nilai biomassa pada lokasi penelitian berkisar antara 1,38 ton ha^{-1} sampai dengan 62,53 ton ha^{-1} . Biomassa terendah terdapat pada sistem tanam krete & jati 8 tahun + kakao 7 tahun dengan tanaman naungan krete yaitu sebesar 1,38 ton ha^{-1} , sedangkan biomassa tertinggi terletak pada sistem tanam krete & jati 8 tahun + kakao 7 tahun dengan tanaman naungan jati yaitu sebesar 62,53 ton ha^{-1} (Tabel 9).

Berikut ini merupakan data nilai biomassa pohon berdasarkan jenis tanaman naungan pada berbagai sistem tanam di lokasi penelitian.

Tabel 9. Biomassa Pohon Berdasarkan Jenis Tanaman Penaung

Sistem Tanam	Naungan	Biomassa (ton ha^{-1})
Lamtoro 5 tahun+ Kakao 4 tahun	Kakao	12,01 a
	Lamtoro	16,15 a
Jati 8 tahun + Kakao 7 tahun	Kakao	12,28 a
	Jati	60,50 b
Krete & Jati 8 tahun + Kakao 7 tahun	Kakao	11,43 a
	Jati	62,53 b
	Krete	1,38 a

Keterangan : Bilangan yang didampingi huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Tanaman naungan jati pada sistem tanam krete & jati 8 tahun+ kakao 7 tahun memiliki nilai biomassa yang tinggi dikarenakan tanaman jati merupakan pohon yang

memiliki diameter batang lebih besar bila dibandingkan dengan tanaman lamtoro dan krete yang berdiameter lebih kecil. Rahayu *et al.* (2007) menyatakan bahwa keragaman ukuran diameter, keberadaan pohon dengan diameter >30 cm pada suatu sistem penggunaan lahan, memberikan sumbangan biomassa yang cukup berarti terhadap total cadangan karbon seperti pada hutan primer, sekitar 70% dari total biomassa berasal dari pohon yang berdiameter > 30 cm sedangkan pohon yang berdiameter antara 5 – 30 cm hanya sekitar 30%. Biomassa pohon terbesar pada pohon yang memiliki diameter paling tinggi. Biomassa pada tiap bagian pohon tersebut meningkat secara proporsional dengan semakin besarnya diameter pohon sehingga biomassa pada tiap bagian pohon mempunyai hubungan dengan diameter pohon. Hal ini juga didukung oleh pendapat Hairiah *et al* (2007) yang menyimpulkan bahwa proporsi terbesar biomassa dan penyimpanan karbon di daratan adalah pepohonan besar.

4.2.2. Cadangan Karbon

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sidik ragam pada lokasi penelitian terdapat perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). Nilai karbon pada lokasi penelitian berkisar antara 0,69 ton ha⁻¹ sampai dengan 31,27 ton ha⁻¹. Karbon terendah terdapat pada sistem tanam krete & jati 8 tahun + kakao 7 tahun dengan tanaman naungan krete yaitu sebesar 0,69 ton ha⁻¹, sedangkan biomassa tertinggi terletak pada sistem tanam krete & jati 8 tahun + kakao 7 tahun dengan tanaman naungan jati yaitu sebesar 31,27 ton ha⁻¹ (Tabel 10).

Berikut ini merupakan data nilai karbon berdasarkan jenis tanaman naungan pada berbagai sistem tanam di lokasi penelitian.

Tabel 10. Data Nilai Karbon pada Berbagai Jenis Tanaman Penaung

Sistem Tanam	Naungan	Cadangan Karbon (ton ha ⁻¹)
Lamtoro 5 tahun + Kakao 4 tahun	Kakao	6,00 a
	Lamtoro	8,07 a
Jati 8 tahun + Kakao 7 tahun	Kakao	6,14 a
	Jati	30,25 b
Krete & Jati 8 tahun + Kakao 7 tahun	Kakao	5,72 a
	Jati	31,27 b

Krete 0,69 a

Keterangan : Bilangan yang didampingi huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Berdasarkan hasil yang telah didapatkan dapat diketahui bahwa nilai karbon tertinggi terletak pada tanaman naungan jati pada sistem tanam krete & jati 8 tahun + kakao 7 tahun. Hal ini dikarenakan jati memiliki biomassa yang tinggi. Nilai karbon akan tinggi apabila biomassa pohon tinggi. Hairiah (2003) menyimpulkan bahwa akumulasi bahan organik di permukaan tanah pada sistem berbasis pohon tergantung dari besarnya biomassa pohon. Berdasarkan pernyataan tersebut, maka besarnya nilai biomassa pohon Jati pada sistem tanam krete & jati 8 tahun + kakao 7 tahun akan memberikan masukan C ke dalam tanah, sehingga nilai karbon akan tinggi dan dapat memberikan pengaruh dalam mempertahankan kesuburan tanah.

4.2.3. Basal Area

Berdasarkan hasil penelitian, data sidik ragam menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata pada setiap sistem tanam pada lokasi penelitian tersebut. Nilai basal area pada lokasi penelitian berkisar antara $0,02643 \text{ cm}^2 \text{ ha}^{-1}$ sampai dengan $0,03852 \text{ cm}^2 \text{ ha}^{-1}$. Basal area tertinggi terletak pada sistem tanam lamtoro 5 tahun + kakao 4 tahun yaitu sebesar $0,03852 \text{ cm}^2 \text{ ha}^{-1}$ dan basal area terendah terletak pada sistem tanam krete & jati 8 tahun + kakao 7 tahun yaitu sebesar $0,02634 \text{ cm}^2 \text{ ha}^{-1}$ (Tabel 11).

Berikut ini adalah data nilai basal area pada berbagai sistem tanam di lokasi penelitian.

Tabel 11. Nilai Basal Area Pada Berbagai Sistem Tanam

Sistem Tanam	Basal Area ($\text{cm}^2 \text{ ha}^{-1}$)
Lamtoro 5 tahun + Kakao 4 tahun	0,03852 a
Jati 8 tahun + Kakao 7 tahun	0,03782 a
Krete & Jati 8 tahun + Kakao 7 tahun	0,02634 a

Keterangan : Bilangan yang didampingi huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Populasi tanaman naungan pada sistem tanam krete & jati 8 tahun + kakao 7 tahun tergolong rendah apabila dibandingkan dengan sistem tanam yang lainnya. Rahayu *et*

al. (2006) menyebutkan bahwa rendahnya populasi pohon pada sistem penggunaan lahan menyebabkan rendahnya tingkat penutupan lahan, yang ditunjukkan pula oleh rendahnya basal area. Berdasarkan pernyataan tersebut, maka telah terbukti bahwa sistem tanam krete & jati 8 tahun + kakao 7 tahun memiliki nilai basal area yang rendah dikarenakan tingkat populasi tanaman naungan yang rendah. Sedangkan pada sistem tanam lamtoro 5 tahun + kakao 4 tahun memiliki tingkat populasi tanaman naungan yang tinggi sehingga memiliki basal area yang tinggi pula.

4.3. Serasah

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, hasil sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan secara nyata pada berat basah serasah dan berat kering serasah. Hasil sidik ragam pada tebal serasah menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0.05$). Nilai berat basah serasah pada lokasi penelitian berkisar antara 34,45 g sampai dengan 43,60 g. Nilai berat basah serasah tertinggi terdapat pada sistem tanam lamtoro 5 tahun + kakao 4 tahun dan berat basah serasah terendah terdapat pada sistem tanam jati 8 tahun + kakao 7 tahun. Nilai berat kering serasah pada lokasi penelitian berkisar antara 30,98 g sampai dengan 34,32 g dengan nilai tertinggi terdapat pada sistem tanam lamtoro 5 tahun + kakao 4 tahun dan berat nilai terendah terdapat pada sistem tanam krete & jati 8 tahun + kakao 7 tahun. Nilai tebal serasah pada lokasi penelitian berkisar antara 4,11 cm sampai dengan 6,11 cm dengan nilai tertinggi terdapat pada sistem tanam krete & jati 8 tahun + kakao 7 tahun dan nilai terendah terdapat pada sistem tanam lamtoro 5 tahun + kakao 4 tahun (Tabel 12).

Tabel 12. Hasil Sidik Ragam Serasah

Sistem Tanam	Berat Basah (g)	Berat Kering (g)	Tebal Serasah (cm)
Lamtoro 5 tahun + Kakao 4 tahun	43,60 a	34,32 a	4,11 a
Jati 8 tahun + Kakao 7 tahun	34,45 a	32,50 a	5,31 ab
Krete & Jati 8 tahun + Kakao 7 tahun	35,37 a	30,98 a	6,11 b

Keterangan : Bilangan yang didampingi huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Tebal serasah pada sistem tanam krete & jati 8 tahun + kakao 7 tahun memiliki nilai yang paling tinggi apabila dibandingkan dengan dua sistem tanam lainnya dikarenakan pada sistem tanam ini memiliki tanaman penaung yang lebih dari satu jenis tanaman, sedangkan pada sistem tanam yang lain hanya memiliki satu jenis tanaman penaung. Hal ini diperkuat dengan pendapat Swibawa (2007) yang menyatakan bahwa keragaman tumbuhan di atas permukaan tanah menentukan keragaman serasah di permukaan tanah. Keragaman serasah tersebut akan mempengaruhi tingkat keragaman biota di bawah tanah yang akan memberi layanan bagi tumbuhan melalui fungsinya sebagai perombak bahan organik dan mineralisasi unsur hara.

4.4. Taksasi Buah

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, hasil sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan secara nyata pada parameter buah kecil dan buah sedang. Hasil sidik ragam pada parameter buah besar menunjukkan bahwa buah besar pada berbagai sistem tanam terdapat perbedaan secara nyata ($P < 0,05$). Nilai buah besar pada lokasi penelitian berkisar antara 3,588 buah sampai dengan 5,058 buah. Nilai buah besar tertinggi terdapat pada sistem tanam jati 8 tahun + kakao 7 tahun yaitu sebesar 5,058 dan nilai buah besar terendah terdapat pada sistem tanam krete & jati 8 tahun + kakao 7 tahun yaitu sebesar 3,588 buah. Nilai buah besar pada sistem tanam jati 8 tahun + kakao 7 tahun berbeda secara nyata dengan sistem tanam lamtoro 5 tahun + kakao 4 tahun, sedangkan sistem tanam lamtoro 5 tahun + kakao 4 tahun dengan sistem tanam krete & jati 8 tahun + kakao 7 tahun tidak berbeda secara nyata (Tabel 13).

Nilai buah kecil, buah sedang dan buah besar akan disajikan pada Tabel 13 berikut ini:

Tabel 13. Taksasi Buah Kecil, Buah Sedang dan Buah Besar

Sistem Tanam	Buah Kecil (buah)	Buah Sedang (buah)	Buah Besar (buah)
Lamtoro + Kakao	2,496 a	2,929 a	3,746 a

Jati + Kakao	2,087 a	3,383 a	5,058 b
Krete & Jati + Kakao	1,829 a	2,871 a	3,588 a

Keterangan : Bilangan yang didampingi huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Sistem tanam jati + kakao memiliki hasil taksasi yang lebih baik dibandingkan dengan dua sistem tanam lainnya karena sistem tanam ini memiliki naungan yang paling sedikit sehingga sinar matahari dapat masuk lebih banyak. Hal ini didukung oleh pendapat Sale (1969) yang menyebutkan bahwa tingkat penaungan juga mempengaruhi frekuensi dan intensitas pertunasan. Kakao tanpa penaung akan bertunas lebih sering dan lebih intensif tetapi ukuran daunnya lebih kecil dibandingkan yang ditanam dengan tanaman penaung. Sebagai pemicunya diduga karena pengaruh dari amplitudo suhu yang lebar jika kakao diusahakan tanpa naungan. Tunas yang tumbuh dari tanaman tanpa penaung berasal dari tunas-tunas aksilar yang seharusnya dorman jika tanaman diusahakan dengan penaungan yang cukup.

4.5. Hasil Panen

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, hasil sidik ragam menunjukkan bahwa nilai jumlah biji, berat buah, berat basah biji dan berat kering biji pada berbagai sistem tanam terdapat nilai yang secara nyata berbeda ($P < 0,05$). Nilai jumlah biji pada lokasi penelitian berkisar antara 38,80 buah sampai dengan 42,20 buah, nilai berat buah kakao pada lokasi penelitian berkisar antara 470,1 g sampai dengan 579,8 g. Nilai berat basah biji pada lokasi penelitian berkisar antara 121,6 g sampai dengan 147,0 g, nilai berat kering biji pada lokasi penelitian berkisar antara 46,22 g sampai dengan 62,48 g. Nilai perhitungan jumlah biji, berat buah, berat basah biji dan berat kering biji pada berbagai perlakuan disajikan pada Tabel 14 dibawah ini:

Tabel 14. Hasil Perhitungan Jumlah Biji, Berat Buah, Berat Basah Biji dan Berat Kering Biji

Sistem Tanam	Jumlah Biji (buah)	Berat Buah (g)	Berat Basah Biji (g)	Berat Kering Biji (g)
Lamtoro + Kakao	42,20 c	579,8 c	147,0 b	62,48 b

Jati + Kakao	38,80 a	470,1 a	121,6 a	46,22 a
Krete & Jati + Kakao	40,00 b	493,0 b	124,8 a	49,36 a

Keterangan : Bilangan yang didampingi huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

4.5.1. Jumlah Biji

Nilai jumlah biji tertinggi terletak pada sistem tanam lamtoro + kakao yaitu sebesar 42,20 buah dan nilai jumlah biji terendah terletak pada sistem tanam jati + kakao yaitu sebesar 38,80 buah. Nilai jumlah biji pada masing-masing sistem tanam berbeda secara nyata dan jumlah biji pada sistem tanam lamtoro + kakao lebih tinggi dibandingkan dengan sistem tanam jati + kakao dan sistem tanam krete & jati + kakao (Tabel 14).

Menurut Wahyudi *et al* (2008), setiap buah kakao mengandung biji sebanyak 30-50 biji. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah biji kakao pada ketiga sistem tanam di lokasi penelitian sesuai standar jumlah biji kakao pada umumnya karena berkisar antara 38,80 biji hingga 42,20 biji dalam satu buah kakao.

4.5.2. Berat Buah

Nilai berat buah tertinggi terdapat pada sistem tanam lamtoro + kakao yaitu sebesar 579,8 g dan nilai berat buah terendah terdapat pada sistem tanam jati + kakao yaitu sebesar 470,1 g. Nilai berat buah pada masing-masing sistem tanam berbeda secara nyata dan nilai berat buah pada sistem tanam lamtoro + kakao lebih tinggi dibandingkan dengan sistem tanam jati + kakao dan sistem tanam krete & jati + kakao (Tabel 14).

Berat buah kakao pada masing-masing sistem tanam sudah memenuhi standar berat buah pada umumnya. Hal ini didukung oleh pendapat Supriyanto (1989) yang mengatakan bahwa setiap tanaman kakao rata-rata dapat menghasilkan kurang lebih 30 buah/tahun, dengan berat sekitar 300-500 g/buah. Berat buah kakao pada sistem tanam lamtoro + kakao memiliki rata-rata berat buah lebih berat dari standar berat buah kakao, ini berarti sistem tanam ini menghasilkan buah kakao yang bagus.

4.5.3. Berat Basah Biji

Berat basah biji pada hasil sidik ragam menunjukkan bahwa nilai berat basah biji pada berbagai sistem tanam terdapat nilai yang berbeda secara nyata ($P < 0,05$). Nilai berat basah biji tertinggi terdapat pada sistem tanam lamtoro + kakao yaitu sebesar 147 g dan nilai berat basah biji terendah terdapat pada sistem tanam jati + kakao yaitu sebesar 121,6 g. Nilai berat basah biji pada sistem tanam lamtoro + kakao berbeda nyata dengan sistem tanam jati + kakao dan sistem tanam krete & jati + kakao, sedangkan nilai berat basah biji pada sistem tanam jati + kakao dengan sistem tanam krete & jati + kakao tidak berbeda secara nyata. Secara umum, nilai berat basah biji pada sistem tanam lamtoro + kakao lebih tinggi bila dibandingkan dengan sistem tanam yang lainnya (Tabel 14).

4.5.4. Berat Kering Biji

Berat kering biji pada hasil sidik ragam menunjukkan bahwa nilai berat kering biji pada berbagai sistem tanam terdapat nilai yang berbeda secara nyata ($P < 0,05$). Nilai berat kering biji tertinggi terdapat pada sistem tanam lamtoro + kakao yaitu sebesar 62,48 g dan nilai berat kering biji terendah terdapat pada sistem tanam jati + kakao yaitu sebesar 46,22 g. Nilai berat kering biji pada sistem tanam lamtoro + kakao berbeda nyata dengan sistem tanam jati + kakao dan sistem tanam krete & jati + kakao, sedangkan nilai berat kering biji pada sistem tanam jati + kakao dengan sistem tanam krete & jati + kakao tidak berbeda secara nyata. Secara umum, nilai berat kering biji pada sistem tanam lamtoro + kakao lebih tinggi bila dibandingkan dengan sistem tanam yang lainnya (Tabel 14).

4.6. *Bean Count dan Pod Value*

Pada parameter pengamatan ini, semakin kecil nilai *bean count* dan *pod value*, maka kualitas kakao semakin bagus. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, hasil sidik ragam menunjukkan bahwa nilai *bean count* dan *pod value* pada berbagai sistem tanam terdapat nilai yang secara nyata berbeda ($P < 0,05$). Nilai *bean count* pada lokasi penelitian berkisar antara 72,43 sampai dengan 89,72 biji, sedangkan nilai *pod value* pada lokasi penelitian berkisar antara 17,18 sampai dengan

23,19 buah. Nilai perhitungan *bean count* dan *pod value* pada berbagai perlakuan disajikan pada Tabel 15 di bawah ini:

Tabel 15. Hasil Perhitungan *Bean Count* dan *Pod Value*

Sistem Tanam	<i>Bean Count</i> (biji)	<i>Pod Value</i> (buah)
Lamtoro + Kakao	72,43 a	17,18 a
Jati + Kakao	89,72 c	23,19 c
Krete & Jati + Kakao	84,58 b	21,39 b

Keterangan : Bilangan yang didampingi huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

4.6.1. *Bean Count*

Hasil sidik ragam pada *bean count* menunjukkan bahwa nilai *bean count* pada berbagai sistem tanam terdapat nilai yang berbeda secara nyata ($P < 0,05$). Nilai *bean count* tertinggi terdapat pada sistem tanam jati + kakao yaitu sebesar 89,72 biji dan nilai *bean count* terendah terdapat pada sistem tanam lamtoro + kakao yaitu sebesar 72,43 biji. Nilai *bean count* pada masing-masing sistem tanam berbeda secara nyata dan nilai *bean count* pada sistem tanam jati + kakao lebih tinggi dibandingkan dengan sistem tanam lamtoro + kakao dan sistem tanam krete & jati + kakao (Tabel 15).

Pada hasil penelitian, didapatkan data bahwa biji kakao yang bermutu baik terdapat pada sistem tanam lamtoro + kakao yaitu sebanyak 72,43 biji (kelas AA), pada sistem tanam krete & jati + kakao juga tergolong kelas AA karena membutuhkan 84,58 biji untuk mencapai 100 g berat biji kering sedangkan pada sistem tanam jati + kakao tergolong dalam kelas A karena membutuhkan 89,72 biji untuk menghasilkan berat 100 g biji kering.

4.6.2. *Pod Value*

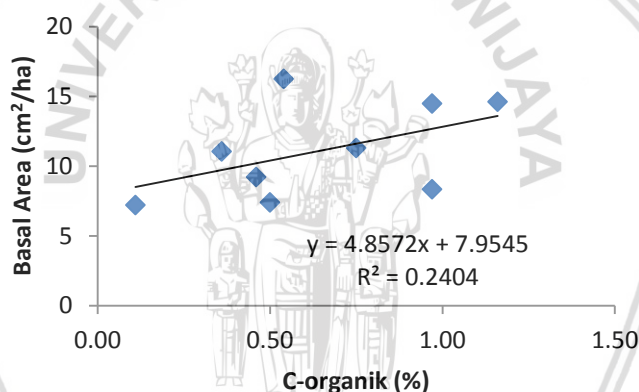
Hasil sidik ragam pada *pod value* menunjukkan bahwa nilai *pod value* pada berbagai sistem tanam terdapat nilai yang berbeda secara nyata ($P < 0,05$). Nilai *pod value* tertinggi terdapat pada sistem tanam jati + kakao yaitu sebesar 23,19 buah dan nilai *pod value* terendah terdapat pada sistem tanam lamtoro + kakao yaitu sebesar 17,18 buah. Nilai *pod value* pada masing-masing sistem tanam berbeda secara nyata dan nilai *pod value* pada sistem tanam jati + kakao lebih tinggi dibandingkan dengan sistem tanam lamtoro + kakao dan sistem tanam krete & jati + kakao (Tabel 15).

Widyaningsih (2004) menyebutkan bahwa jumlah buah untuk 1 kg biji kering atau yang disebut *pod value* yaitu rata-rata sebanyak 30 – 35 buah. Hasil data penelitian menunjukkan bahwa seluruh sistem tanam pada lokasi penelitian menghasilkan nilai *pod value* yang tinggi karena jumlah buah yang dihasilkan kurang dari 30-35 buah untuk menghasilkan 1 kg biji kering.

4.7. Hubungan Berbagai Parameter Pengamatan

4.7.1. Pengaruh C-organik terhadap Basal Area

Peningkatan nilai C-organik yang diamati mempengaruhi basal area ($r=0,4903$) (Lampiran 10). Berdasarkan hasil uji korelasi dan regresi, nilai determinasi adalah $R^2=0,2404$ dimana nilai tersebut menunjukkan bahwa persentase pengaruh C-organik terhadap basal area adalah sebesar 24% (Gambar 17).

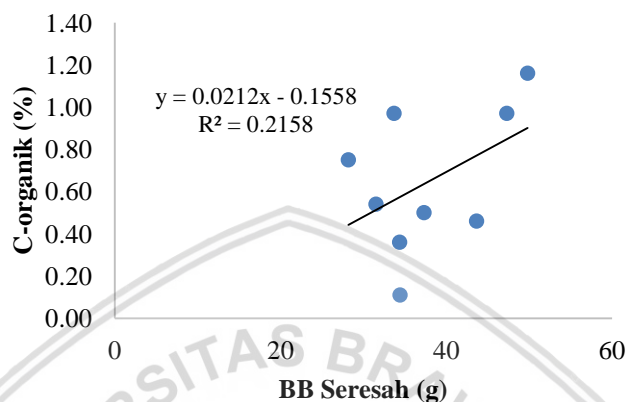


Gambar 17. Pengaruh C-organik terhadap basal area

Menurut Rusdiana (2012), karakteristik tanah dapat dijadikan parameter kesuburan tanah dan pertumbuhan vegetasi, semakin besar kesuburan tanah maka semakin besar pertumbuhan vegetasi sehingga akan semakin besar karbon yang akan tersimpan pada tegakan. Besarnya potensi simpanan karbon dalam tanah dipengaruhi oleh diversitas vegetasi dalam suatu luasan. Diversitas vegetasi tersebut menentukan tinggi rendahnya keragaman kualitas masukan bahan organik dan tingkat penutupan permukaan tanah.

4.7.2. Pengaruh BB Seresah terhadap C-organik

Peningkatan BB Seresah yang diamati mempengaruhi C-organik ($r=0,4646$) (Lampiran 10). Berdasarkan hasil uji korelasi dan regresi, nilai determinasi adalah $R^2=0,2158$ dimana nilai tersebut menunjukkan bahwa persentase pengaruh BB seresah terhadap C-organik adalah sebesar 22% (Gambar 18).

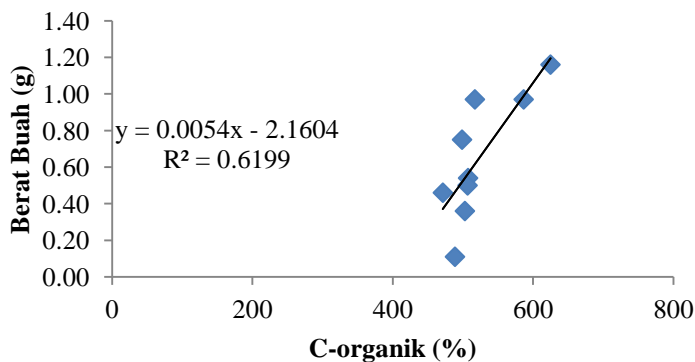


Gambar 18. Pengaruh BB seresah terhadap C-organik

Dari gambar diatas, dapat dikatakan bahwa C-organik dalam seresah menentukan ketersediaan karbon di dalam tanah yang akan dimanfaatkan oleh mikroorganisme tanah untuk mengurai seresah (Manurung, 2002).

4.7.3. Pengaruh C-organik terhadap Berat Buah

Peningkatan C-organik yang diamati mempengaruhi berat buah ($r=0,7873$) (Lampiran 10). Berdasarkan hasil uji korelasi dan regresi, nilai determinasi adalah $R^2=0,6199$ dimana nilai tersebut menunjukkan bahwa persentase pengaruh C-organik terhadap berat buah adalah sebesar 62% (Gambar 19).

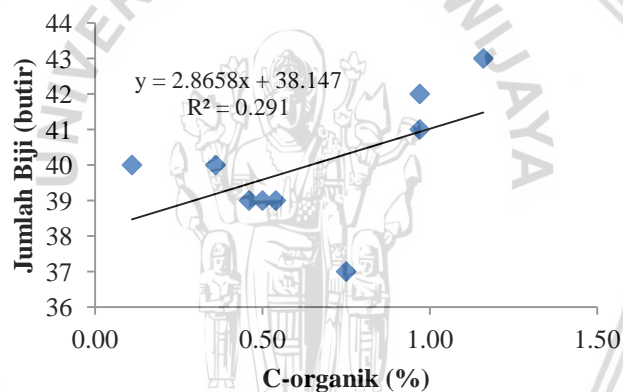


Gambar 19. Pengaruh C-organik terhadap berat buah

Berdasarkan gambar diatas, dapat dilihat bahwa semakin tinggi C-organik maka semakin tinggi pula berat buah. Hal ini menandakan bahwa C-organik sangat memengaruhi berat buah. C-organik mengandung karbon yang mampu menambah hara sebagai nutrisi yang dapat ditranslokasikan ke bagian tanaman termasuk buah yang dihasilkan (Tambunan, 2009).

4.7.4. Pengaruh C-organik terhadap Jumlah Biji

Peningkatan C-organik yang diamati mempengaruhi jumlah biji ($r=0,5394$) (Lampiran 10). Berdasarkan hasil uji korelasi dan regresi, nilai determinasi adalah $R^2=0,291$ dimana nilai tersebut menunjukkan bahwa persentase pengaruh C-organik terhadap jumlah biji adalah sebesar 29% (Gambar 20).

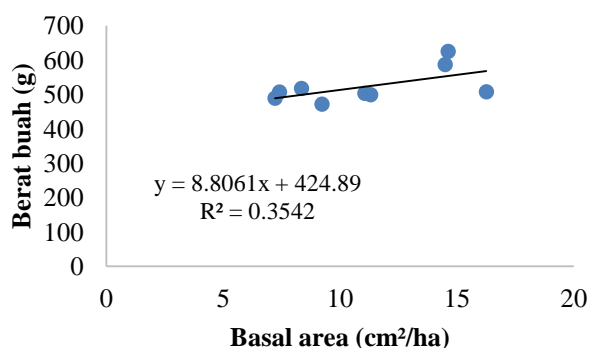


Gambar 20. Pengaruh C-organik terhadap jumlah biji

Berdasarkan pernyataan Tambunan (2009), karbon yang mampu menambah hara sebagai nutrisi yang dapat ditranslokasikan ke bagian tanaman termasuk buah yang dihasilkan. Semakin baik kualitas buah yang dihasilkan, maka jumlah biji juga akan semakin banyak.

4.7.5. Pengaruh Basal Area terhadap Berat Buah

Peningkatan basal area yang diamati mempengaruhi peningkatan berat buah ($r=0,5951$) (Lampiran 10). Berdasarkan hasil uji korelasi dan regresi, nilai determinasi adalah $R^2=0,3542$ dimana nilai tersebut menunjukkan bahwa persentase pengaruh basal area terhadap berat buah adalah sebesar 35% (Gambar 21).

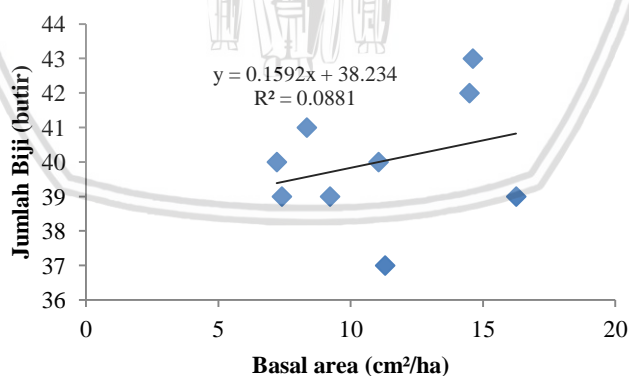


Gambar 21. Pengaruh basal area terhadap berat buah

Basal area akan memengaruhi iklim mikro, terutama dalam penerimaan cahaya matahari (Nasaruddin *et al.*, 2006). Penerimaan cahaya matahari yang optimal akan menghasilkan produktivitas dan hasil panen yang baik. Hasil panen yang baik tentu memiliki buah yang berat.

4.7.6. Pengaruh Basal Area terhadap Jumlah Biji

Peningkatan basal area yang diamati mempengaruhi jumlah biji ($r=0,2969$) (Lampiran 10). Berdasarkan hasil uji korelasi dan regresi, nilai determinasi adalah $R^2=0,0881$ dimana nilai tersebut menunjukkan bahwa persentase pengaruh basal area terhadap jumlah biji adalah sebesar 8% (Gambar 22).



Gambar 22. Pengaruh basal area terhadap jumlah biji

Pada pembahasan pengaruh basal area terhadap jumlah biji, dikatakan bahwa basal area akan memengaruhi penerimaan cahaya matahari (Nasaruddin *et al.*, 2006). Penerimaan cahaya matahari yang optimal akan menghasilkan produktivitas dan hasil

panen yang baik. Hasil panen yang baik memiliki buah yang berat. Semakin berat buah kakao, maka jumlah biji akan semakin banyak jumlahnya.



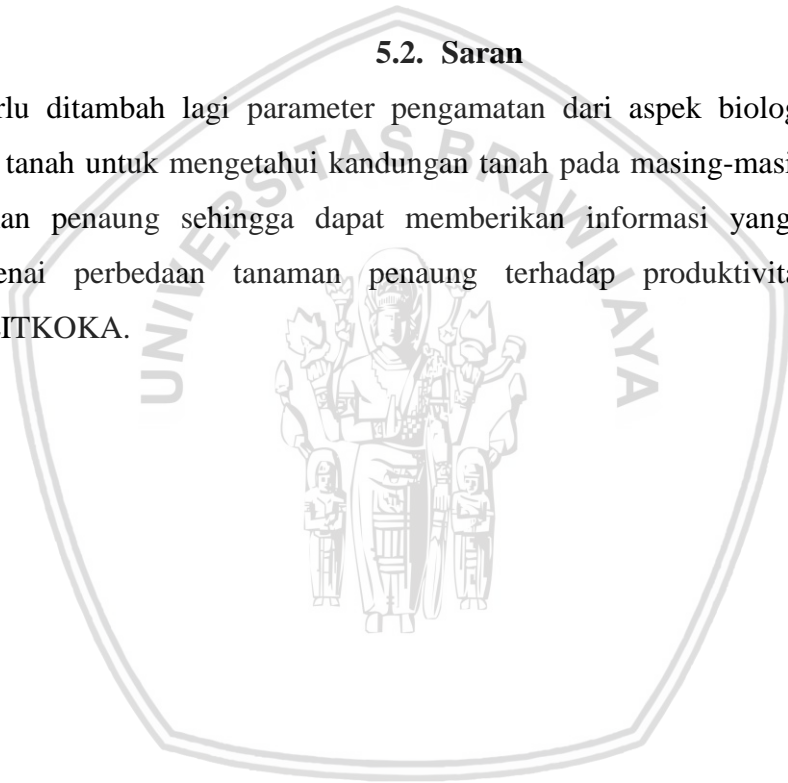
V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa nilai cadangan karbon tertinggi terdapat pada sistem tanam kakao dengan tanaman penayang jati yaitu sebesar 31,27 ton ha⁻¹, sedangkan hasil produktivitas tanaman kakao tertinggi terdapat pada sistem tanam kakao dengan tanaman penayang lamtoro yaitu dengan *bean count* sebanyak 72 biji dan *pod value* sebanyak 17 buah.

5.2. Saran

Perlu ditambah lagi parameter pengamatan dari aspek biologi, fisika dan kimia tanah untuk mengetahui kandungan tanah pada masing-masing perbedaan tanaman penayang sehingga dapat memberikan informasi yang lebih detail mengenai perbedaan tanaman penayang terhadap produktivitas kakao di PUSLITKOKA.



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman	Teks
1		Data BI Tanah dan C-organik Tanah 51
2		Data Biomassa, Karbon dan Basal Area 51
3		Taksasi Buah Kakao 52
4		Data Hasil Panen Kakao 52
5		Data ANOVA BI Tanah dan C-organik Tanah 53
6		Data ANOVA Biomassa, Karbon dan Basal Area 55
7		Data ANOVA Taksasi Buah 59
8		Data ANOVA Hasil Panen Kakao 62
9		Data ANOVA <i>Bean Count</i> dan <i>Pod Value</i> 66
10		Data ANOVA Serasah 68
11		Data Korelasi Seluruh Parameter 72
12		Glosarium 73

DAFTAR PUSTAKA

- Brown S. 1997. Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forest. FAO. USA. p 10-13
- BSN. 2008. SNI Biji Kakao. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- BSN. 2011. Pengukuran dan Penghitungan Cadangan Karbon-Pengukuran Lapangan untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (Ground Based Forest Carbon Accounting). Badan Standardisasi Nasional. Jakarta. p 12
- Brunner, B. R. 2007. *Theobroma cacao* (Sterculiaceae), Montoso Gardens. Puerto Riko.
- Ciais, H., L. M. Sabine., C. Bala. 2013. Carbon and Other Biogeochemical Cycles. In Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. Cambridge. Centre (ICRAF), Southeast Asia Regional Office. Bogor. p 472
- Daru, 1994. Budidaya Tanaman Jati Emas. Kasinus. Yogyakarta. p 24-30
- Devi, V., N. Meena., V. N. Ariharan., *et al.* 2013. Nutritive Value and Potential Uses of *Leucaena leucephala* as Biofuel. Research Journal of Pharmateutical, Biological and Chemical Sciences. Bogor.
- Frimpong. 2002. Cocoa Based Media For Culturing *Phytophthora palmivora* (Butl.) Butl., Causal Agent of Black Pod Disease of Cocoa. Vol. 155. Mycopathologia. Netherlands. p 143-147
- Gockowski., Sonwa, E., T. Dongmo., *et al.* 2011. Essential Oils of *Citrus aurantifolia* from Cameroon and Their antifungal Activity Against *Phaeoramularia angolensis*. Vol. 4. J. Agric. Res. Africa. 354-358pp
- Hairiah, K. 2003. Pengantar Agroforestri. World Agroforestry. Universitas Brawijaya. Malang.
- Hairiah, K. dan Rahayu, S. 2007. Petunjuk Praktis Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. Bogor. In World Agroforestry Centre - ICRAF, SEA Regional Office. University of Brawijaya. Malang.
- Hairiah, K. dan Rahayu, S. 2011. Petunjuk Praktis Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. World Agroforestry Centre, ICRAF. Southeast Asia. 70pp
- Hairiah, K., Ekadinata, A., R. R. Sari., *et al.* 2011. Pengukuran Cadangan Karbon: dari Tingkat Lahan ke Bentang Lahan. Edisi Kedua. Petunjuk praktis. Bogor. In

- World Agroforestry Centre-ICRAF SEA Regional Office. University of Brawijaya. Malang. p 20
- Haryadi dan Supriyanto. 2001. Teknologi Cokelat. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Heyne, K. 1987. Tumbuhan Berguna Indonesia. Badan Litbang Kehutanan. Jakarta.
- Ijazah, M. dan Sancayaningsih, R. P. 2015. Penyimpanan Karbon pada Tegakan *Pinus merkussi* dan *Acacia auriculiformis* di Hutan Lindung Mangunan, Dlingo, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, Fakultas Biologi Universitas Gajah Mada. Yogyakarta. 830-837pp
- Justin dan Tarla, Ngala. 2015. Effect of Shade Trees On Cocoa Yield in Small-Holder Cocoa (*Theobroma cacao* L.) Agroforests in Talba, Centre Cameroon. Department of Crop Science. Cameroon.
- Manurung, R. 2002. Mineralisasi N dan P dari Campuran Pangkasan *Thitonia diversivolia* dan *Lantana camara* L. pada Tanah Berkapur DAS Brantas Hulu, Malang Selatan. Skripsi S-1. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Mulyana, D. dan C, Asmarahman. 2010. 7 Jenis Kayu Penghasil Rupiah. PT. Agro Media Pustaka. Jakarta. p 133
- Mohammed, A. 2015. Biomass Stocks in Ghanaian Cocoa Ecosystems: The Effects of Region, Management and Stand Age of Cocoa Trees. CSIR-Savanna Agricultural Research Institute. Ghana.
- Montagnini, F. dan P. K. R. Nair. 2004. Carbon Sequestration: An Underexploited Environmental Benefit of Agroforestry Systems. Agroforestry Systems. Netherlands. p 281-295
- Nasaruddin, M., Y. dan Kuruseng, M. A. 2006. Aktivitas Beberapa Proses Fisiologi Tanaman Kakao Muda di Lapangan pada Berbagai Naungan Buatan. Jurnal Agrosistem 12(1):26-33
- Onakoya, A. 2011. Germination and Growth Performance of Cocoa (*Theobroma cacao* L.) Seedlings as Influenced By the Position of Beans. In the Pod PPKKI (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia). 2004. Panduan Lengkap Budidaya Kakao. PT. Agro Media Pustaka. Depok. p 3-13
- Pusat Penelitian Tanah, 1983. Kriteria Penilaian Data Sifat Analisis Kimia Tanah. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian. Bogor.
- PPKKI (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia). 2004. Panduan Lengkap Budidaya Kakao. PT Agro Media Pustaka. Depok. p 3-13

- Prawoto, A.A. 2012. Impact of teak (*Tectona grandis* Linn.) Thinning Out and Peacock-plume (*Paraserianthes falcataria* L. (I. Nielsen)) Harvesting On Mineralcycle, Pod Rot Incidence, Changing of Cocoa Yield, and Land Productivity in Indonesia. *Journal of Agricultural Science and Technology*. p 438-448
- Prawoto, A. A. 2014. Dinamika Pertunasan, Layu Pentil, dan Ketepatan Taksasi Produksi Beberapa Klon Kakao. *Journal of Pelita Perkebunan* 30(2):100-114
- Prayitno, M. dan Bakri, B. 2014. Dampak Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Cadangan Karbon di Lahan Suboptimal. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Palembang. p 82
- Rahayu, S., Setiawan, A., Husaeni, A. E., *et al.* 2006. Pengendalian Hama *Xylosandrus compactus* pada agroforestri Kopi Multistrata Secara Hayati. Studi kasus dari Kecamatan Sumberjaya, Lampung Barat. *Agrivita Jurnal Ilmu Pertanian* 28(3). Malang.
- Rahayu, S., B. Lusiana., dan M. Van. Noordwijk. 2007. Sistem Penggunaan Lahan di Kabupaten Nunukan. Kalimantan Timur.
- Regazzoni, Oscar., S. Yogi., S. Agus., *et al.* 2015. Efisiensi Penggunaan Energi Matahari Klon-Klon Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) yang Diusahakan di Bawah Tiga Spesies Tanaman Penaung. *Pelita Perkebunan*. Malang.
- Rusdiana. 2012. Pendugaan Korelasi antara Karakteristik Tanah Terhadap Cadangan Karbon pada Hutan Sekunder. *Silvikultur Tropika* 3(1):14-21
- Sale, P.J.M. 1969. Flowering of Cacao Under Controlled Temperature Condition. *Horticulture Science* 45:99-118
- Salleh, H. (2001). Teak in Sabah. A Sustainable Agroforestry. The Harris Salleh Experience. p 75
- Sartohadi dan Junun. 2012. Geografi Tanah. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Smit, B., Skinner, M.W. 2002. Adaptation Options in Agriculture to Climate Change: A Typology. *Mitig. Adapt. Strat. Glob. Change* 7:85-114
- Sugito, Y. 2009. Ekologi Tanaman. UB Press. Malang.
- Sugiyanto., Sugiyono., A. Wibawa. 2005. Status Hara Tanah di Perkebunan Kopi dan Kakao di Jawa Timur. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia* 21:120 - 124.
- Sumarna, D. 2011. Kayu Jati Panduan Budidaya dan Prospek Bisnis. Penebar Swadaya. Depok. p 18-21

- Supriyanto. 1989. Karakteristik Tepung Kulit Buah Kakao. Laporan Penelitian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Sutaryo, D. 2009. Penghitungan Biomassa : Sebuah Pengantar Untuk Studi Karbon dan Perdagangan Karbon. Wetlands International Programme. Bogor. p 39
- Sofiyuddin, M. 2007. Potensi Tegakan Hutan Rakyat Jati Dan Mahoni Yang Tersertifikasi Untuk Perdagangan Karbon, Studi Kasus di Desa Selopuro, Kecamatan Baturetno, Kabupaten Wonogiri. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. p 59
- Swibawa. 2007. Dampak Alih Guna Hutan Menjadi Kebun Kopi. Disertasi. Pascasarjana Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Tambunan, T.R. 2009. Kakao Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Tim Arupa. 2014. Menghitung Cadangan Karbon di Hutan Rakyat Panduan bagi Para Pendamping Petani Hutan Rakyat. Biro Penerbit Arupa. Sleman. p 28
- Wagner, W.L. 2014. Flora of the Hawaiian Islands Website. Smithsonian Institution. USA.
- Wahyudi, T., T.R. Panggabean., dan Pujiyanto. 2008. Panduan Lengkap Kakao Manajemen Agribisnis dari hulu hingga hilir. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Widyaningsih, A. 2004. Pengelolaan Panen dan Pasca Panen Kakao (*Theobroma cacao* L.) di Kebun Yunawati Kaliduren PT. Dekafindo Utama, Jember, Jawa Timur. Skripsi. Departemen Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Zhengyi, W., Raven, P. H., dan Deyuan, H. 2011. Flora of China. China. p 370

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman	Teks
1		Tanaman Kakao umur 4 tahun dan 7 tahun..... 4
2		Tanaman Lamtoro di Lahan Penelitian 8
3		Tanaman Jati Emas di Lahan Penelitian..... 9
4		Tanaman Krete di Lahan Penelitian 10
5		Peta Lahan PUSLITKOKA 18
6		Sistem Tanam Kakao dengan Lamtoro 19
7		Sistem Tanam Kakao dan Jati 20
8		Sistem Tanam Kakao dengan Krete dan Jati..... 21
9		Denah Titik Plot Sistem Tanam Kakao + Lamtoro..... 24
10		Denah Titik Plot Sistem Tanam Kakao + Krete & Jati..... 24
11		Pengukuran Pembagian Plot pada Lahan 25
12		Pengambilan Sampel Tanah untuk Pengukuran C-organik..... 26
13		Pengambilan Sampel Tanah untuk Pengukuran Berat Isi Tanah 26
14		Pengukuran Berat Isi Tanah dan Pengukuran C-organik 28
15		Contoh Buah Kecil, Sedang dan Besar 29
16		Proses Pemanenan Buah Kakao 30
17		Pengaruh Basal Area terhadap C-organik 41
18		Pengaruh C-organik terhadap BB Serasah..... 42
19		Pengaruh C-organik terhadap Berat Buah..... 43
20		Pengaruh C-organik terhadap Jumlah Biji 43
21		Pengaruh Basal Area terhadap Berat Buah 44
22		Pengaruh Basal Area terhadap Jumlah Biji..... 45

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman	Teks
1		Kandungan Nutrisi Bubuk Kakao 5
2		Komposisi Pulp Biji Kakao 5
3		Kandungan Kimia Tanaman Kakao 7
4		Karakteristik Tanaman Krete (<i>Cassia surattensis</i>) 11
5		Pengkelasan Biji Kakao 17
6		Alat dan Bahan Penelitian 22
7		Variabel Pengamatan 23
8		Hasil Perhitungan BI dan C-organik Tanah 31
9		Biomassa Pohon Berdasarkan Jenis Tanaman Penaung 33
10		Data Nilai Karbon Berdasarkan Jenis Tanaman Penaung 34
11		Nilai Basal Area Pada Berbagai Sistem Tanam 35
12		Hasil Sidik Ragam Serasah 36
13		Taksasi Buah Kecil, Buah Sedang dan Buah Besar 37
14		Hasil Perhitungan Jumlah Biji, Berat Basah Biji, Berat Kering Biji 38
15		Hasil Perhitungan <i>Bean Count</i> dan <i>Pod Value</i> 40

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data BI Tanah dan C-organik Tanah

Sistem Tanam	Kedalaman	Ulangan	BI (g.cm ⁻³)	C-org (%)
Lamtoro + Kakao	0-10 cm	1	1,295671157	0,97
Lamtoro + Kakao	0-10 cm	2	2,668473876	1,16
Lamtoro + Kakao	0-10 cm	3	2,799081555	0,97
Lamtoro + Kakao	10-20 cm	1	1,20637123	0,87
Lamtoro + Kakao	10-20 cm	2	2,558195805	1,16
Lamtoro + Kakao	10-20 cm	3	2,665981544	0,39
Jati + Kakao	0-10 cm	1	1,339827822	0,75
Jati + Kakao	0-10 cm	2	2,648897417	0,54
Jati + Kakao	0-10 cm	3	2,855197542	0,46
Jati + Kakao	10-20 cm	1	1,23634949	0,64
Jati + Kakao	10-20 cm	2	2,986321219	0,61
Jati + Kakao	10-20 cm	3	2,876964478	0,11
Krete & Jati + Kakao	0-10 cm	1	1,321397351	0,11
Krete & Jati + Kakao	0-10 cm	2	2,675199456	0,36
Krete & Jati + Kakao	0-10 cm	3	2,828534406	0,50
Krete & Jati + Kakao	10-20 cm	1	1,195466232	0,61
Krete & Jati + Kakao	10-20 cm	2	2,977114195	0,21
Krete & Jati + Kakao	10-20 cm	3	2,88095122	0,11

Lampiran 2. Biomassa, Karbon dan Basal Area

Sistem Tanam	Ulangan	Biomassa (ton ha ⁻¹)	Karbon (ton ha ⁻¹)	Basal Area (cm ² ha ⁻¹)
Lamtoro + Kakao	1	25,02	12,51	8,340040835
Lamtoro + Kakao	2	30,64	15,32	14,6135754
Lamtoro + Kakao	3	28,79	14,40	14,4851843
Jati + Kakao	1	62,97	31,48	11,29785741
Jati + Kakao	2	124,17	62,08	16,25112586
Jati + Kakao	3	31,23	15,62	9,216356444
Krete & Jati + Kakao	1	40,44	20,22	7,207748545
Krete & Jati + Kakao	2	131,04	65,52	11,05066247
Krete & Jati + Kakao	3	54,57	27,28	7,397086151

Lampiran 3. Taksasi Buah Kakao

Sistem Tanam	Ulangan	Buah Kecil (buah)	Buah Sedang (buah)	Buah Besar (buah)
Lamtoro + Kakao	1	2,9	3,25	3,425
Lamtoro + Kakao	2	2,1	2,37	4,22
Lamtoro + Kakao	3	2,875	3,2	4,275
Lamtoro + Kakao	4	2,85	2,925	4,175
Lamtoro + Kakao	5	2,2	2,725	3,275
Lamtoro + Kakao	6	2,125	3,075	3
Jati + Kakao	1	3,225	8,25	5,7
Jati + Kakao	2	2	3,75	6,65
Jati + Kakao	3	1,775	3,525	7,075
Jati + Kakao	4	2,15	2,675	4,025
Jati + Kakao	5	1,55	0,8	3,6
Jati + Kakao	6	2,85	2,75	1,9
Krete & Jati + Kakao	1	2,9	5,375	5,35
Krete & Jati + Kakao	2	0,825	2,475	4
Krete & Jati + Kakao	3	2,15	4,075	5,5
Krete & Jati + Kakao	4	2,15	2,675	4,025
Krete & Jati + Kakao	5	1,45	1,9	2,05
Krete & Jati + Kakao	6	1,5	0,725	0,6

Lampiran 4. Data Hasil Panen Buah Kakao

Sistem tanam	Ulangan	Jumlah Biji (butir)	Berat Buah (g)	Berat Basah Biji (g)	Berat Kering Biji (g)
Lamtoro + Kakao	1	41	517	133,18	55,00
Lamtoro + Kakao	2	43	624,75	154,65	63,70
Lamtoro + Kakao	3	42	586,5	146,71	73,73
Lamtoro + Kakao	4	43	557,2	145,71	60,31
Lamtoro + Kakao	5	42	613,17	154,97	59,69
Jati + Kakao	1	37	498,67	119,51	42,36
Jati + Kakao	2	39	507,25	129,74	50,10
Jati + Kakao	3	39	471,33	116,73	45,52
Jati + Kakao	4	39	455,1	121,73	46,65
Jati + Kakao	5	40	418,33	120,19	46,46
Krete & Jati + Kakao	1	40	488,58	123,06	48,14
Krete & Jati + Kakao	2	40	502,75	128,4065	51,76
Krete & Jati + Kakao	3	39	506,58	121,582	47,94
Krete & Jati + Kakao	4	40	470,83	117,77	47,03
Krete & Jati + Kakao	5	41	496,08	133,31	51,94

Lampiran 5. Data ANOVA Berat Isi (BI) Tanah dan C-organik Tanah

Variate: BI Tanah

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Ulangan stratum	2	9,24506	4,62253	377,98	
Ulangan.*Units* stratum					
Kedalaman	1	0,00127	0,00127	0,10	0,754
Sistem_Tanam	2	0,05753	0,02876	2,35	0,145
Kedalaman.Sistem_Tanam	2	0,03676	0,01838	1,50	0,269
Residual	10	0,12229	0,01223		
Total	17	9,46292			

Standard errors of differences of means

Table	Kedalaman	Sistem_Tanam	KedalamanSistem_Tanam
rep.	9	6	3
d.f.	10	10	10
s.e.d.	0,0521	0,0638	0,0903

Least significant differences of means (5% level)

Table	Kedalaman	Sistem_Tanam	KedalamanSistem_Tanam
rep.	9	6	3
d.f.	10	10	10
l.s.d.	0,1162	0,1423	0,2012

Stratum standard errors and coefficients of variation

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Ulangan	2	0,8777	38,5
Ulangan.*Units*	10	0,1106	4,9

Identifier	Mean
10-20 cm Lam	2,144 a
0-10 cm Lamt	2,254 a b
0-10 cm Kret	2,275 a b
0-10 cm Jati	2,281 a b
10-20 cm Kre	2,351 a b
10-20 cm Jat	2,367 b

Variate: C-organik

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Ulangan stratum	2	0,23590	0,11795	2,22	
Ulangan.*Units* stratum					
Kedalaman	1	0,06845	0,06845	1,29	0,283
Sistem_Tanam	2	1,13203	0,56602	10,66	0,003
Kedalaman.Sistem_Tanam	2	0,03423	0,01712	0,32	0,732
Residual	10	0,53083	0,05308		
Total	17	2,00145			

Standard errors of differences of means

Table	Kedalaman	Sistem_Tanam	Kedalaman Sistem_Tanam
rep.	9	6	3
d.f.	10	10	10
s.e.d.	0,1086	0,1330	0,1881

Least significant differences of means (5% level)

Table	Kedalaman	Sistem_Tanam	Kedalaman Sistem_Tanam
rep.	9	6	3
d.f.	10	10	10
l.s.d.	0,2420	0,2964	0,4192

Stratum standard errors and coefficients of variation

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Ulangan	2	0,1402	24,0
Ulangan.*Units*	10	0,2304	39,4

Identifier	Mean	
10-20 cm Kre	0,3100	a
0-10 cm Kret	0,3233	a
10-20 cm Jat	0,4533	a b
0-10 cm Jati	0,5833	a b
10-20 cm Lam	0,8067	b c
0-10 cm Lamt	1,0333	c

Lampiran 6. ANOVA Biomassa, Karbon dan Basal Area

Variate: Biomassa

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Ulangan stratum	2	2585,9	1292,9	2,30	
Ulangan.*Units* stratum					
SPL	6	11458,7	1909,8	3,39	0,034
Residual	12	6752,3	562,7		
Total	20	20796,9			

Standard errors of differences of means

Table	SPL
rep.	3
d.f.	12
s.e.d.	19,37

Least significant differences of means (5% level)

Table	SPL
rep.	3
d.f.	12
l.s.d.	42,20

	Mean
KrJKKr	1,38 a
KrJJK	11,43 a
LKK	12,01 a
JKK	12,28 a
LKL	16,15 a
JKJ	60,50 b
KrJKJ	62,53 b

Variate: Karbon

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Ulangan stratum	2	646,5	323,2	2,30	
Ulangan.*Units* stratum					
SPL	6	2864,7	477,4	3,39	0,034
Residual	12	1688,1	140,7		
Total	20	5199,2			

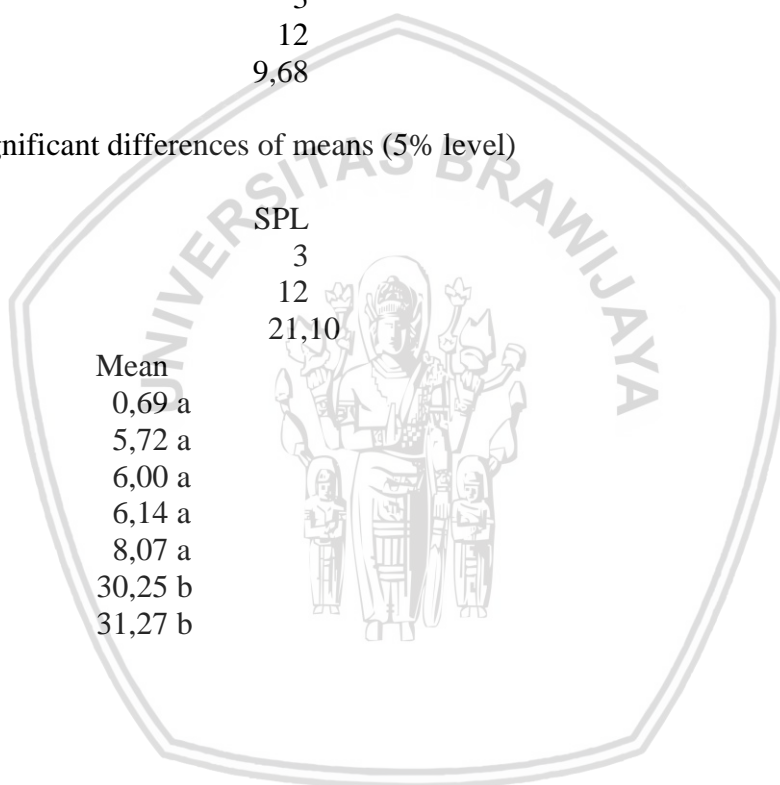
Standard errors of differences of means

Table	SPL
rep.	3
d.f.	12
s.e.d.	9,68

Least significant differences of means (5% level)

Table	SPL
rep.	3
d.f.	12
l.s.d.	21,10

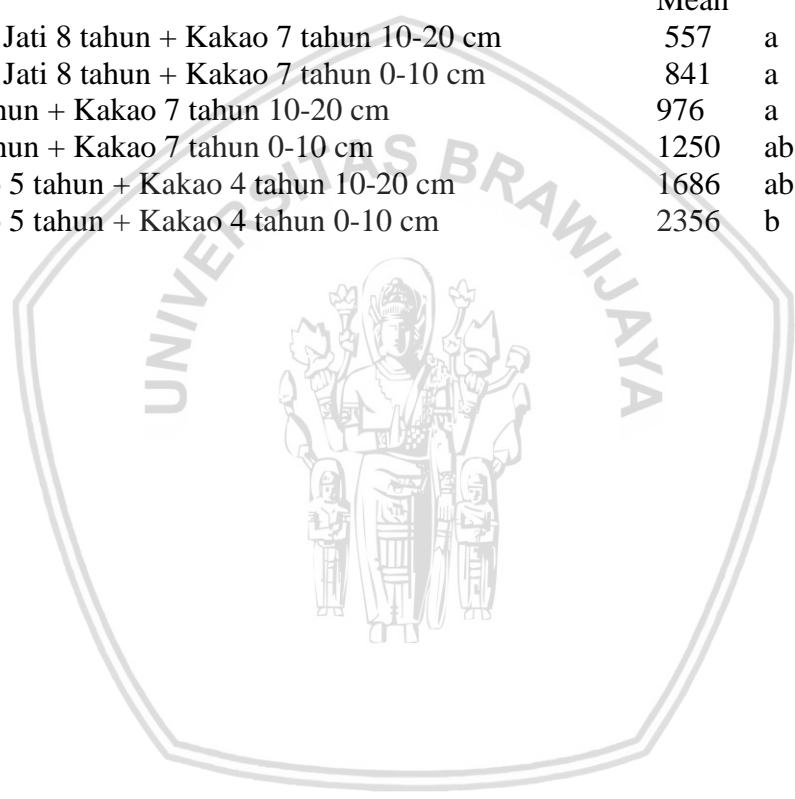
	Mean
KrJKKr	0,69 a
KrJKK	5,72 a
LKK	6,00 a
JKK	6,14 a
LKL	8,07 a
JKJ	30,25 b
KrJKJ	31,27 b



Variate: Karbon Tanah

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Ulangan stratum	2	3002146.	1501073.	4,23	
Ulangan.*Units* stratum					
Sistem_Tanam	2	5484251.	2742125.	7,73	0,009
Kedalaman	1	752845.	752845.	2,12	0,176
Sistem_Tanam.Kedalaman	2	153550.	76775.	0,22	0,809
Residual	10	3547126.	354713.		
Total	17	12939918.			

	Mean	
Krete & Jati 8 tahun + Kakao 7 tahun 10-20 cm	557	a
Krete & Jati 8 tahun + Kakao 7 tahun 0-10 cm	841	a
Jati 8 tahun + Kakao 7 tahun 10-20 cm	976	a
Jati 8 tahun + Kakao 7 tahun 0-10 cm	1250	ab
Lamtoro 5 tahun + Kakao 4 tahun 10-20 cm	1686	ab
Lamtoro 5 tahun + Kakao 4 tahun 0-10 cm	2356	b



Variate: Basal Area

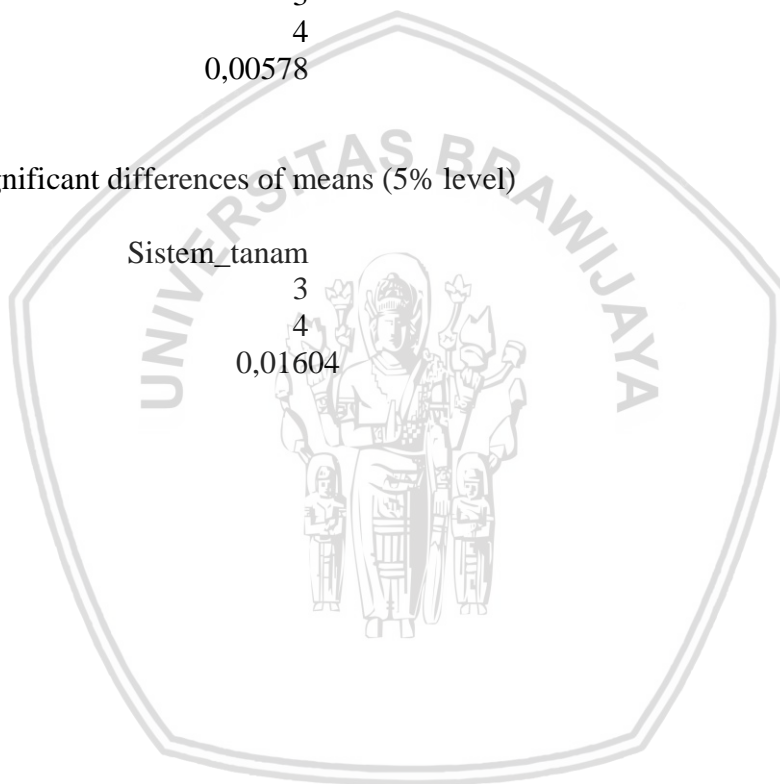
Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Ulangan stratum	2	0,00038415	0,00019208	3,84	
Ulangan.*Units* stratum					
Sistem_tanam	2	0,00028086	0,00014043	2,81	0,173
Residual	4	0,00020026	0,00005006		
Total	8	0,00086527			

Standard errors of differences of means

Table	Sistem_tanam
rep.	3
d.f.	4
s.e.d.	0,00578

Least significant differences of means (5% level)

Table	Sistem_tanam
rep.	3
d.f.	4
l.s.d.	0,01604



Lampiran 7. ANOVA Taksasi Buah

Variate: Buah Kecil

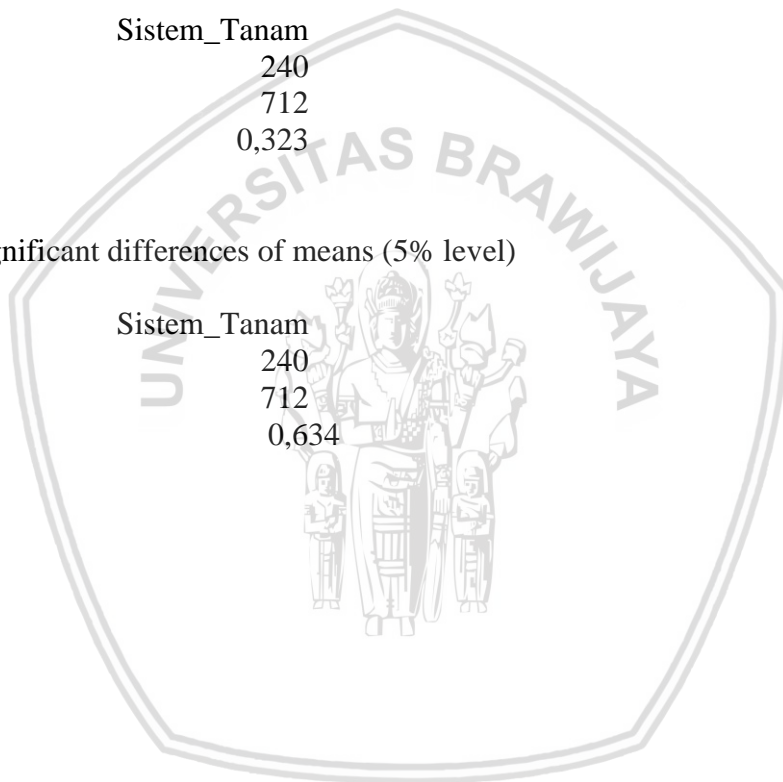
Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Ulangan stratum	5	146,31	29,26	2,34	
Ulangan.*Units* stratum					
Sistem_Tanam	2	54,23	27,12	2,16	0,116
Residual	712	8922,84	12,53		
Total	719	9123,39			

Standard errors of differences of means

Table	Sistem_Tanam
rep.	240
d.f.	712
s.e.d.	0,323

Least significant differences of means (5% level)

Table	Sistem_Tanam
rep.	240
d.f.	712
l.s.d.	0,634



Variate: Buah_Sedang

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Ulangan stratum	5	1182,78	236,56	14,48	
Ulangan.*Units* stratum					
Sistem_Tanam	2	37,79	18,89	1,16	0,315
Residual	712	11634,75	16,34		
Total	719	12855,31			

Standard errors of differences of means

Table	Sistem_Tanam
rep.	240
d.f.	712
s.e.d.	0,369

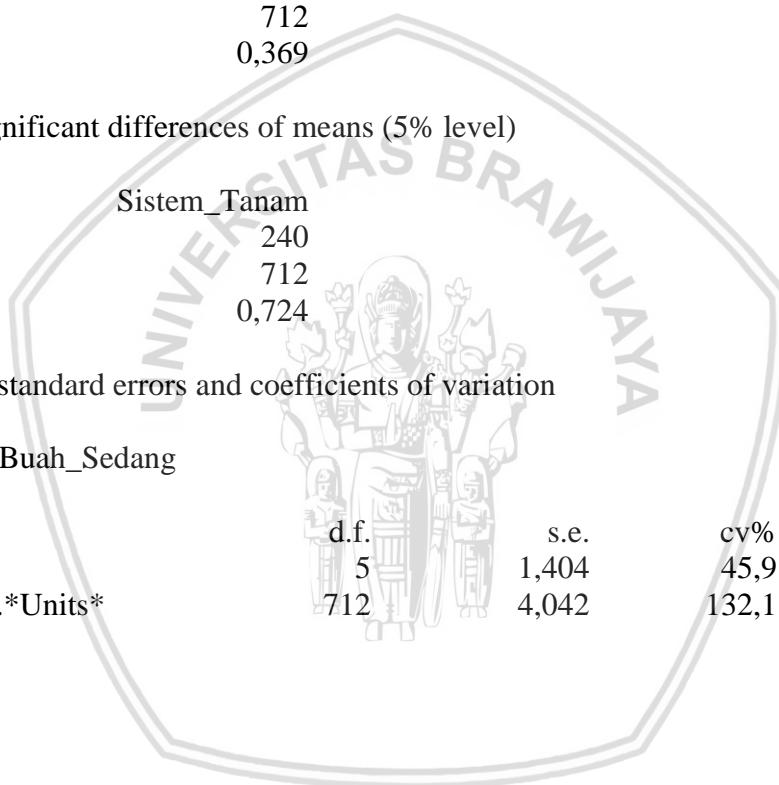
Least significant differences of means (5% level)

Table	Sistem_Tanam
rep.	240
d.f.	712
l.s.d.	0,724

Stratum standard errors and coefficients of variation

Variate: Buah_Sedang

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Ulangan	5	1,404	45,9
Ulangan.*Units*	712	4,042	132,1



Variate: Buah Besar

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Ulangan stratum	5	1225,66	245,13	9,59	
Ulangan.*Units* stratum					
Sistem_Tanam	2	312,89	156,44	6,12	0,002
Residual	712	18201,18	25,56		
Total	719	19739,73			

Standard errors of differences of means

Table	Sistem_Tanam
rep.	240
d.f.	712
s.e.d.	0,462

Least significant differences of means (5% level)

Table	Sistem_Tanam
rep.	240
d.f.	712
l.s.d.	0,906

Stratum standard errors and coefficients of variation

Variate: Buah_Besar

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Ulangan	5	1,429	34,6
Ulangan.*Units*	712	5,056	122,4

	Mean	
Krete & Jati 8 tahun + Kakao 7 tahun	3,588	a
Lamtoro 5 tahun + Kakao 4 tahun	3,746	a
Jati 8 tahun + Kakao 7 tahun	5,058	b

Lampiran 8. ANOVA Hasil Panen Kakao

Variate: Jumlah Biji

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Ulangan stratum	4	5,3333	1,3333	2,50	
Ulangan.*Units* stratum					
Sistem_tanam	2	29,7333	14,8667	27,88	<.001
Residual	8	4,2667	0,5333		
Total	14	39,3333			

Standard errors of differences of means

Table	Sistem_tanam
rep.	5
d.f.	8
s.e.d.	0,462

Least significant differences of means (5% level)

Table	Sistem_tanam
rep.	5
d.f.	8
l.s.d.	1,065

Stratum standard errors and coefficients of variation

Variate: Jumlah_Biji

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Ulangan	4	0,667	1,7
Ulangan.*Units*	8	0,730	1,8

	Mean	
Jati 8 tahun + kakao 7 tahun	38,80	a
Krete & Jati 8 tahun + Kakao 7 tahun	40,00	b
Lamtoro 5 tahun + kakao 4 tahun	42,20	c

Variate: Berat Buah

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Ulangan stratum	4	4725.	1181.	1,07	
Ulangan.*Units* stratum					
Sistem_tanam	2	33457.	16728.	15,21	0,002
Residual	8	8801.	1100.		
Total	14	46983.			

Standard errors of differences of means

Table	Sistem_tanam
rep.	5
d.f.	8
s.e.d.	20,98

Least significant differences of means (5% level)

Table	Sistem_tanam
rep.	5
d.f.	8
l.s.d.	48,37

Stratum standard errors and coefficients of variation

Variate: Berat_Buah

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Ulangan	4	19,84	3,9
Ulangan.*Units*	8	33,17	6,4

	Mean	
Jati 8 tahun + kakao 7 tahun	470,1	a
Krete & Jati 8 tahun + Kakao 7 tahun	493,0	a
Lamtoro 5 tahun + kakao 4 tahun	579,8	b

Variate: Berat Basah Biji

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Ulangan stratum	4	350,65	87,66	3,36	
Ulangan.*Units* stratum					
Sistem_tanam	2	1921,03	960,52	36,83	<.001
Residual	8	208,62	26,08		
Total	14	2480,30			

Standard errors of differences of means

Table	Sistem_tanam
rep.	5
d.f.	8
s.e.d.	3,23

Least significant differences of means (5% level)

Table	Sistem_tanam
rep.	5
d.f.	8
l.s.d.	7,45

Stratum standard errors and coefficients of variation

Variate: Berat_Basah_Biji

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Ulangan	4	5,41	4,1
Ulangan.*Units*	8	5,11	3,9

	Mean	
Jati 8 tahun + kakao 7 tahun	121,6	a
Krete & Jati 8 tahun + Kakao 7 tahun	124,8	a
Lamtoro 5 tahun + kakao 4 tahun	147,0	b

Variate: Berat Kering Biji

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Ulangan stratum	4	104,58	26,15	1,45	
Ulangan.*Units* stratum					
Sistem_tanam	2	744,40	372,20	20,69	<.001
Residual	8	143,94	17,99		
Total	14	992,92			

Standard errors of differences of means

Table	Sistem_tanam
rep.	5
d.f.	8
s.e.d.	2,68

Least significant differences of means (5% level)

Table	Sistem_tanam
rep.	5
d.f.	8
l.s.d.	6,19

Stratum standard errors and coefficients of variation

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Ulangan	4	2,95	5,6
Ulangan.*Units*	8	4,24	8,1

	Mean
Jati 8 tahun + kakao 7 tahun	46,22 a
Krete & Jati 8 tahun + Kakao 7 tahun	49,36 a
Lamtoro 5 tahun + kakao 4 tahun	62,48 b

Lampiran 9. ANOVA *Bean Count* dan *Pod Value*

Variate: *Bean Count*

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Ulangan stratum	4	91,666	22,916	2,69	
Ulangan.*Units* stratum					
Sistem_tanam	2	788,400	394,200	46,22	<.001
Residual	8	68,224	8,528		
Total	14	948,289			

Standard errors of differences of means

Table	Sistem_tanam
rep.	5
d.f.	8
s.e.d.	1,847

Least significant differences of means (5% level)

Table	Sistem_tanam
rep.	5
d.f.	8
l.s.d.	4,259

Stratum standard errors and coefficients of variation

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Ulangan	4	2,764	3,4
Ulangan.*Units*	8	2,920	3,6

	Mean	
Lamtoro 5 tahun + kakao 4 tahun	72,43	a
Krete & Jati 8 tahun + Kakao 7 tahun	84,58	b
Jati 8 tahun + kakao 7 tahun	89,72	c

Variate: Pod Value

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Ulangan stratum	4	11,6793	2,9198	3,40	
Ulangan.*Units* stratum					
Sistem_tanam	2	94,8931	47,4466	55,22	<.001
Residual	8	6,8741	0,8593		
Total	14	113,4465			

Standard errors of differences of means

Table	Sistem_tanam
rep.	5
d.f.	8
s.e.d.	0,586

Least significant differences of means (5% level)

Table	Sistem_tanam
rep.	5
d.f.	8
l.s.d.	1,352

Stratum standard errors and coefficients of variation

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Ulangan	4	0,987	4,8
Ulangan.*Units*	8	0,927	4,5

	Mean	
Lamtoro 5 tahun + kakao 4 tahun	17,18	a
Krete & Jati 8 tahun + Kakao 7 tahun	21,39	b
Jati 8 tahun + kakao 7 tahun	23,19	c

Lampiran 10. ANOVA Serasah

Variate: Berat Basah

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Ulangan stratum	2	6,37	3,19	0,05	
Ulangan.*Units* stratum					
Tanaman_Naungan	2	152,47	76,24	1,08	0,422
Residual	4	282,42	70,61		
Total	8	441,27			

Standard errors of differences of means

Table	Tanaman_Naungan
rep.	3
d.f.	4
s.e.d.	6,86

Least significant differences of means (5% level)

Table	Tanaman_Naungan
rep.	3
d.f.	4
l.s.d.	19,05

Stratum standard errors and coefficients of variation

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Ulangan	2	1,03	2,7
Ulangan.*Units*	4	8,40	22,2

Variate: Berat_Kering

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Ulangan stratum	2	18,65	9,32	0,23	
Ulangan.*Units* stratum					
Tanaman_Naungan	2	16,80	8,40	0,21	0,818
Residual	4	159,23	39,81		
Total	8	194,68			

Standard errors of differences of means

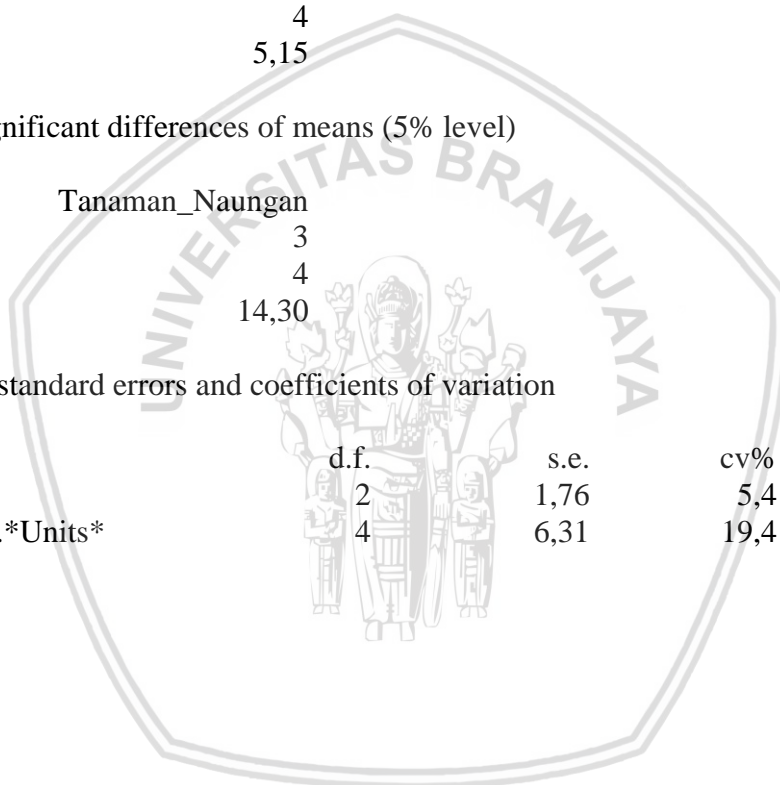
Table	Tanaman_Naungan
rep.	3
d.f.	4
s.e.d.	5,15

Least significant differences of means (5% level)

Table	Tanaman_Naungan
rep.	3
d.f.	4
l.s.d.	14,30

Stratum standard errors and coefficients of variation

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Ulangan	2	1,76	5,4
Ulangan.*Units*	4	6,31	19,4



Variate: Tebal_Serasah

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Ulangan stratum	2	8,7330	4,3665	14,76	
Ulangan.*Units* stratum					
Tanaman_Naungan	2	6,0756	3,0378	10,27	0,027
Residual	4	1,1836	0,2959		
Total	8	15,9923			

Standard errors of differences of means

Table	Tanaman_Naungan
rep.	3
d.f.	4
s.e.d.	0,444

Least significant differences of means (5% level)

Table	Tanaman_Naungan
rep.	3
d.f.	4
l.s.d.	1,233

Stratum standard errors and coefficients of variation

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Ulangan	2	1,206	23,3
Ulangan.*Units*	4	0,544	10,5

	Mean
Lamtoro	4,111 a
Jati	5,306 ab
Krete & Jati	6,111 b

Lampiran 11. Data Korelasi Seluruh Parameter

BI_Tanah	-														
C_Organik	0,0646	-													
Biomassa	0,2333	-0,4195	-												
Cadangan_Karbon	0,2333	-0,4195	1	-											
Basal_Area	0,4225	0,4903	0,3316	0,3316	-										
BB_Seresah	0,1149	0,4646	-0,5466	-0,5466	-0,1406	-									
BK_Seresah	0,3001	0,1965	-0,4485	-0,4485	-0,1716	0,8912	-								
Tebal_Seresah	0,6082	-0,4767	0,1288	0,1288	-0,3497	-0,118	0,1679	-							
Buah_Kecil	-0,6715	0,3063	-0,609	-0,609	-0,1239	-0,1362	-0,2937	-0,4894	-						
Buah_Sedang	-0,628	-0,2223	-0,0434	-0,0434	-0,2349	-0,602	-0,5528	-0,0867	0,617	-					
Buah_Besar	0,2203	-0,4773	0,1711	0,1711	0,0216	-0,3296	0,0962	0,4615	-0,072	0,3665	-				
Jumlah_Biji	0,2462	0,5394	-0,3792	-0,3792	0,2969	0,6265	0,3703	-0,3474	-0,0607	-0,7381	-0,6525	-			
Berat_Buah	0,2862	0,7873	-0,3086	-0,3086	0,5951	0,3821	0,1002	-0,362	0,1116	-0,4217	-0,5376	0,8128	-		
Bean_Count	-0,2748	-0,6611	0,2277	0,2277	-0,4702	-0,4092	-0,0986	0,3884	-0,014	0,6568	0,7125	-0,9246	-0,8872	-	
Pod_Value	-0,3121	-0,584	0,2307	0,2307	-0,394	-0,4887	-0,2035	0,3326	0,0863	0,7536	0,712	-0,9607	-0,8332	0,986	-
	BI Tanah	C- Organik	Biomassa	Cadangan Karbon	Basal Area	BB Seresah	BK Seresah	Tebal Seresah	Buah Kecil	Buah Sedang	Buah Besar	Jumlah Biji	Berat Buah	Bean count	Pod Value

Lampiran 12. Glosarium

Istilah	Pengertian
Acre	Satuan luas, 1 acre = 0,4 ha
Albuminoid	Sekelompok protein yang larut dalam air dan 50% larutan jenuh amonium sulfat ((NH ₄) ₂ SO ₄)
Alelopati	Hubungan atau interaksi antar organisme, yang mana keberadaan satu organisme dapat menghambat pertumbuhan atau perkembangan organisme lainnya melalui pelepasan toksin atau racun.
Asam non-volatil	Asam yang terbentuk dalam metabolisme protein, karbohidrat dan lemak
Astringents	Larutan yang berfungsi mengecilkan pori-pori dan menghambat minyak secara berlebih pada kulit
Boreal	Kawasan beriklim sejuk atau sedang.
Dolomit	Pupuk magnesium yang dibuat dengan cara menggiling batuan dolomite (kalsit) hasil penambangan. Rumus kimia : CaCO ₃ .MgCO ₃
Flavonoid	Senyawa yang terdiri dari 15 atom karbon yang umumnya tersebar di dunia tumbuhan.
Kardiovaskular	Penyakit yang berkaitan dengan jantung dan pembuluh darah.
Kieserit	Pupuk magnesium yang dibuat dari bahan yang disebut magnesit (MgCO ₃) dan brucit (Mg(OH) ₂)
Klon	Suatu kelompok tanaman dalam suatu jenis spesies tertentu yang diperbanyak secara vegetatif pada jenis yang sama.
LDL	Lipoprotein dengan kandungan penyusun utama kolesterol. LDL sangat mudah mengendap dan teroksidasi dengan senyawa radikal bebas.
Lipoprotein	Struktur biokimia yang berisi protein dan lemak, yang terikat pada protein, yang memungkinkan lemak untuk bergerak melalui air pada bagian dalam dan di luar sel. Protein berfungsi untuk mengemulsi lipid (jika tidak disebut molekul lemak).
Mimosin	Senyawa kimia alkaloid yang merupakan asam β-amino
Polifenol	Kelompok zat kimia yang ditemukan pada tumbuhan .
Pulp	Daging buah pada biji kakao.
Saponifikasi	Reaksi hidrolisis asam lemak oleh adanya basa kuat. Contoh: NaOH.
Tannin	Senyawa polifenol yang berasal dari tumbuhan, pahit dan kelat.
Theobromine Alkaloid	Zat kimia dari kelompok alkaloid yang berada di tanaman kakao. Theobromine mirip dengan kafein.
Varietas	Suatu kelompok tanaman dalam suatu jenis spesies tertentu yang diperbanyak secara generatif, atau dengan menggunakan benih.